SHX-DSP2812

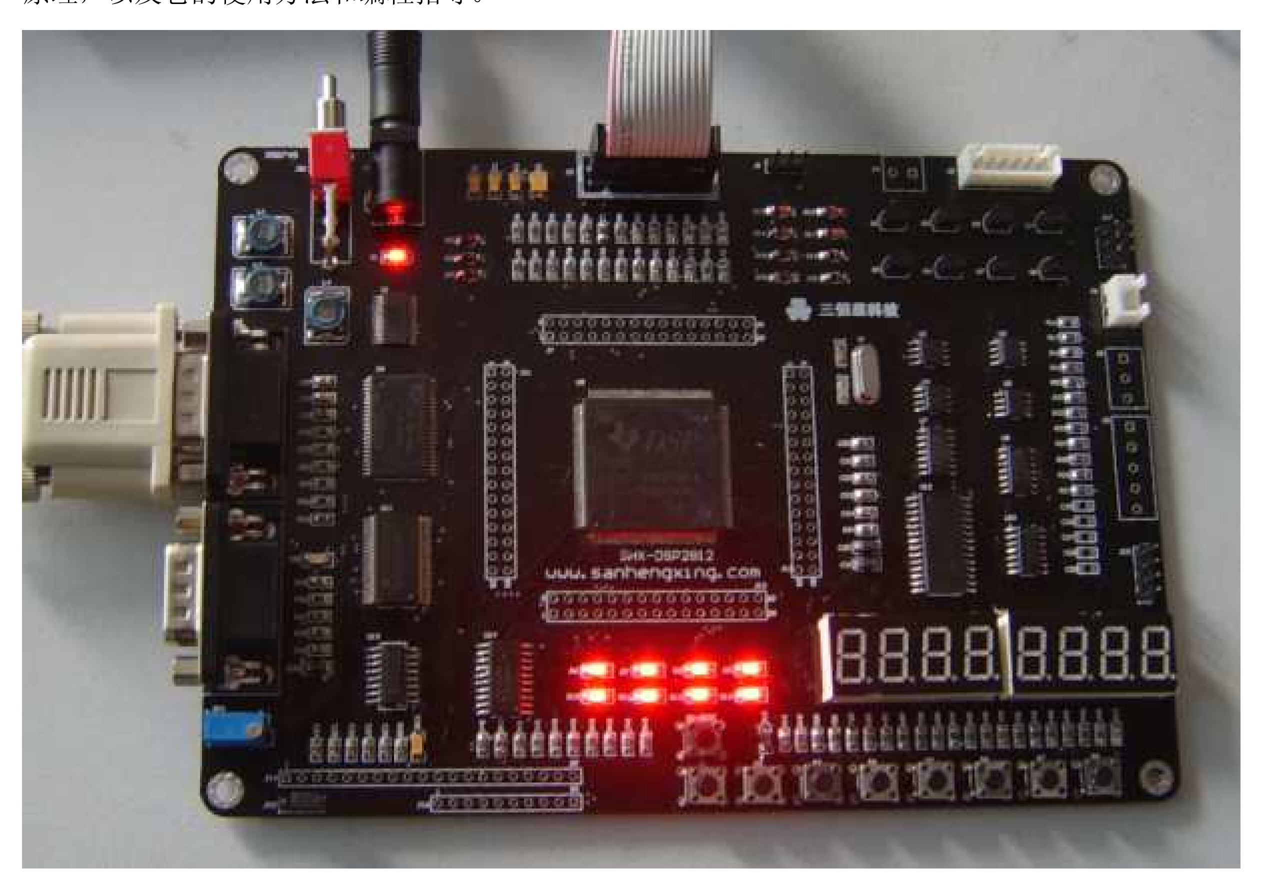
开发板用户手册

在使用 SHX-DSP2812 开发板之前，请务必仔细阅读使用说明。在了解开发板的操作步骤并安装了相关应用软件后，才可以上电进行相关实验。

1．产品简介

1.1 SHX-DSP2812 开发板系统简介

本说明书是TMS320F2812 开发板板的硬件使用说明书，详细描述了2812开发板的硬件构成、原理，以及它的使用方法和编程指导。



开发板实物图

本套件是基于TMS320F2812 DSP 的学习开发平台，将DSP2812 的功能发挥的淋漓尽致，用户手册详实易懂，是初学者学习2812 的首选之品。

1.2. 系统资源

- DSP 处理器 TMS320F2812 ，最高工作频率 150MHz；
- DSP 芯片内置 18K X 16 位 SRAM, 4K X 16 位 BOOT ROM , 1K X 16 位 OPT ROM ;
- DSP 芯片内置 128K X 16 位 FLASH；
- 外扩 32k×16bit 的程序 RAM，32k×16bit 的数据 RAM；
- 监视用 LED 发光管一个；
- DSP 所有功能引脚引出，176pin；
- 4MB 程序、数据寻址空间；
- I/O 输入输出模块——8 个 LED；
- SCI模块——RS232 通讯接口电路；
- SPI_DA模块——4 路8位串行D/A输出；
- A/D转换模块——2 路12位A/D 采样（可扩展到16 路）；
- CAN 模块——CAN 总线收发器；
- PWM 模块——PWM 控制微型直流电机正反转；
- 步进电机支持（选配）；

1.3 扩展接口

- IEEE 1149.1 标准JTAG 接口；
- 176pin 全部功能引脚引出，用户可以扩展使用；
- RS232 标准DB9 接口插座；
- 4路D/A输出接口插座；
- 2路A/D输出接口插座；
- CAN 总线接口插座；
- 电机接口：支持直流电机、步进电机（选配）；

1.4 代码及实验项目

1．外部RAM测试程序实验；
2．定时器控制LED程序实验；
3．LED走马灯程序实验；
4. 数码管显示实验；
5. SCI串口通讯实验；
6. SPI接口的D/A实验；
7. A/D采样实验；
8. CAN总线通讯实验；
9. PWM电机控制实验；
10. 按键控制数码管试验；
11. 步进电机控制实验；
12. 直流电机控制试验；

1.5 相关资料

1. 完整的原理图(pdf 格式），快速掌握多项实用技术的具体应用；
2. 在线烧写 FLASH 的方法与工具，用以固化用户自己的程序；
3. 用户手册：非常详细，包含电路分析、代码介绍、 CCS2000 快速入门指导等；
4. 芯片手册：开发板上全部芯片的芯片资料；
5. 送原版TI DSP 开发环境CCS for C2000；
6. 送仿真器驱动及其他DSP 相关学习资料。

1.6 典型应用

教学应用、工业自动化控制、UPS、电机控制、机器人；
变频控制、汽车、机械、磁盘驱动、数字滤波；
振动分析、交流伺服、直流电机控制等。

1.7 相关配件

1、 直流电机；
2、 串口直连线；
3、 ＋5V 直流稳压电源；
4、 步进电机；

2．学习之前的准备工作

2.1 硬件准备

在学习之前您首先应该确认您的学习所必须的硬件都已齐备，这主要包括SHX-DSP2812开发板、DSP 仿真器和一台调试仿真用的PC。

（1）SHX-DSP2812开发板

- ✧ 2812开发板；
- ✧ ＋5V 直流稳压电源；
- ✧ 串口直连线；
- ✧ 直流电机；
- ✧ 步进电机；

（2）DSP 仿真器

USB 接口仿真器

一般包括仿真器、USB连接线和14Pin 标准JTAG 调试连线。

（3） PC（计算机）

需要有一定的磁盘空间。

（4） 硬件安装注意

将仿真器与PC的并口或USB口相连，仿真头插在板子上。

请注意正确连接14 针的JTAG 电缆，该电缆接错可能会导致仿真器或目标系统永久损坏。切忌在开发板和仿真器有电的情况下，进行插拔操作。一定关闭电源再连接插拔电缆！

2.2 软件准备

（1）DSP 开发环境

CCS 2.2 FOR C2000。通常我们随盘赠送，仅供学习之用。

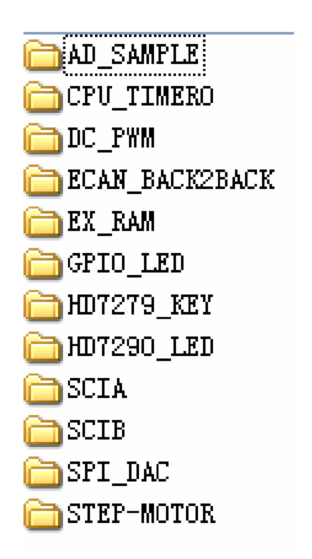
（2）仿真器驱动程序

根据您的仿真器的不同而不同，请咨询您的仿真器供应商。

如果购买我们的仿真器，我们的并口仿真器和USB接口均提供相应的驱动程序及DSP仿真器用户手册。

（3） 试验代码

从上到下的代码依次为：



注意：光盘代码应该备份到硬盘，同时将文件夹的只读属性去掉！！！如果条件允许，整个光盘最好都备份一下，避免长期使用造成损坏。

（4） 软件安装步骤

很多用户咨询这个问题，因此在这里简单说一下，避免大家走弯路和出现不必要的麻烦。安装要遵循一定的次序。

A. 安装CCS for C2000

通常安装在C 盘，建议目录为C:\TI2000，这样您在将来使用和安装TI5000、TI6000软件时不容易造成混乱。

B. 安装仿真器驱动

注意：要与CCS 安装在同一目录，如：C:\TI2000。

C. 设置CCS

这样之后就可以运行CCS 进行学习了。

3．软件安装及设置

3.1 安装 CCS 2.2 for C2000

TMS320F2812 DSP 的软件开发环境为TI 公司的CCS 或CC2000; 本手册中只针对CCS2.2 for 2000 进行简单描述，关于详细用法请参考相关手册或书籍等资料。运行光盘中CCS_v2.2_full_for_C2000 目录下的CCS 软件的setup.exe，按提示操作，即可完成CCS 的安装，安装后会在桌面产生相应图标。详细步骤在此不再赘述。

3.2 安装仿真器驱动

[主要特点]

1、 适用于工作电压在1.0~5.0伏之间的数字信号处理。

2、 支持Windows98/2000/XP.

3、 支持TI全系列DSP芯片的硬件仿真，包括TMS320C2000、C5000、C6000、C3X、C4X、C5X及OMAP等系列芯片。

4、 与主机采用USB2.0接口通讯，使用简单，即插即用。

5、 支持热插拔，随时插拔不会损伤硬件。

6、 通过USB总线供电，无需外接电源。

7、 支持CCS2系列开发环境，支持C语言和汇编语言调试。

8、 采用DSP的JTAG口进行调试通讯，不占用系统任何资源。

9、 支持多DSP 调试，一套开发系统可以对板上的多个DSP芯片同时进行调试.

10、 价格低廉，性价比高。

[相关配件]

1、 USB电缆： 1条

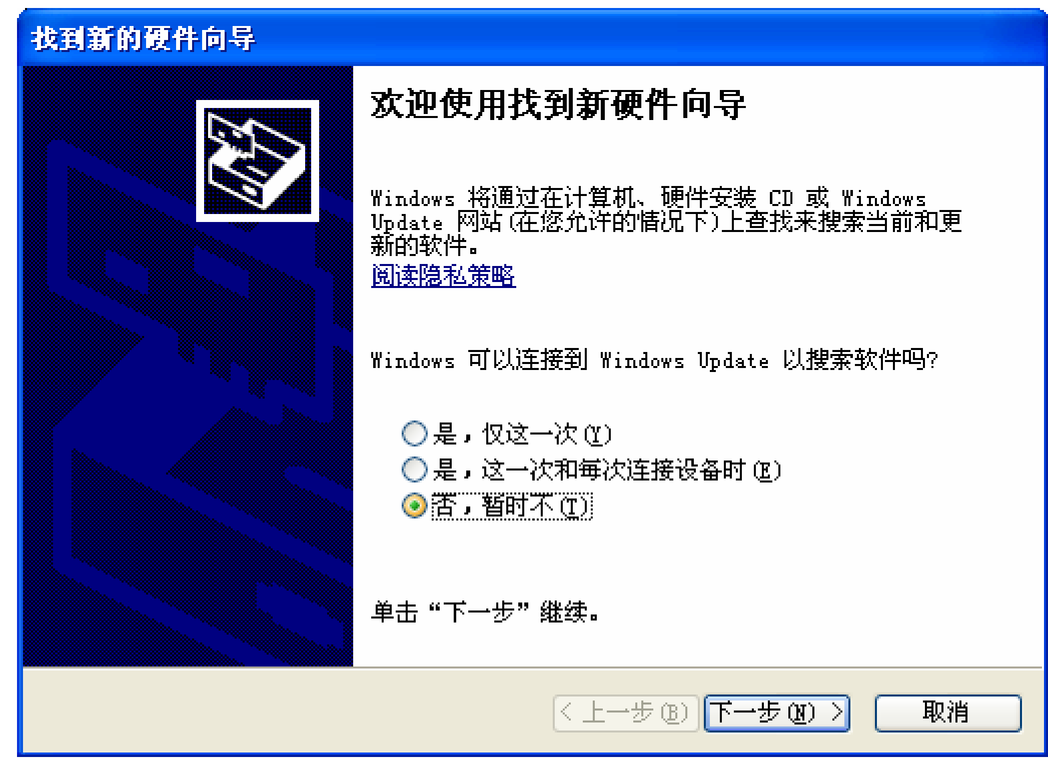
2、 14芯JTAG排线： 1条

3、 赠送相关调试工具(CCS)、驱动和相关资料，供学习用。

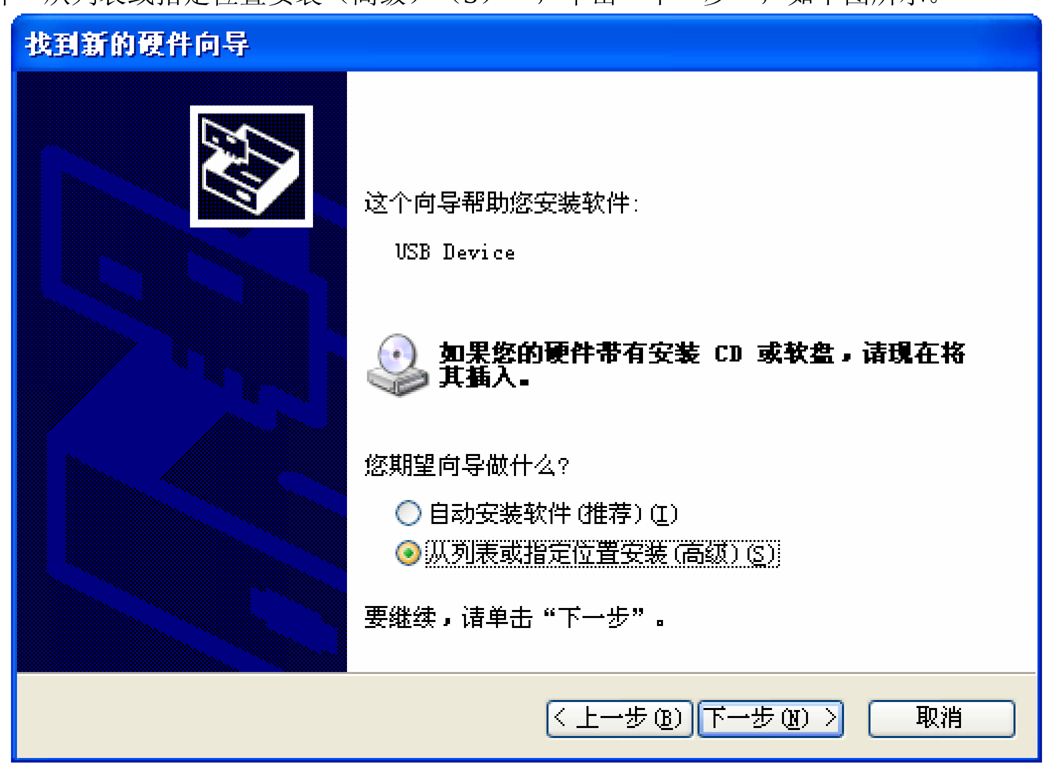
[安装指南]

1、 USB2.0仿真器驱动程序安装

连接USB2.0仿真器到计算机，Windows将提示“发现新设备”； 在弹出的“找到新的硬件向导”对话框中，进行USB2.0仿真器驱动程序安装。如下图所示，选择“否，暂时不（T）”，单击“下一步”。



选择“从列表或指定位置安装（高级）（S）”，单击“下一步”，如下图所示。



选择“在这些位置上搜索最佳驱动程序（S）”→“在搜索中包括这个位置（O）”（通过浏览按键来选择驱动程序所在的目录单击确定选择文件位置），单击“下一步”，如下图所示。



完成驱动程序的安装，单击“完成”结束装程序，如下图所示。



此时打开设备管理器，可以看到已经安装好的USB 驱动程序。





2、 USB2.0 仿真器的设置

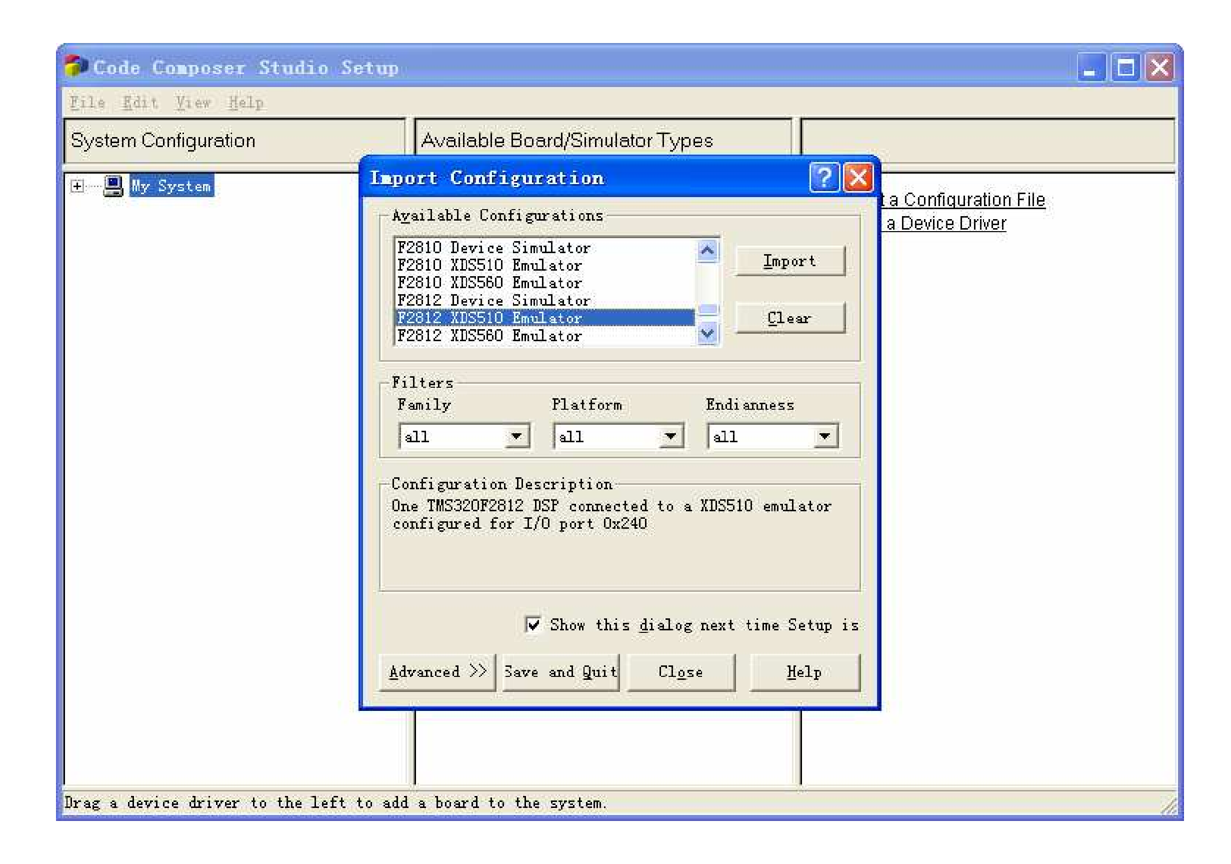
安装ccs for 2000，将USB driver 目录中的MDPJTAG3.DLL 拷贝到CCS 安装目录，该目录下有XDSFAST3.DLL 文件,通常为 C:\ti\cc\bin 目录，并将此目录（USB driver 目录）下的BLACKHAWK.CFG 拷贝到其它CFG 文件存在的目录，通常为 C:\ti\drivers。 然后运行CCS Setup.

3.3 设置 CCS

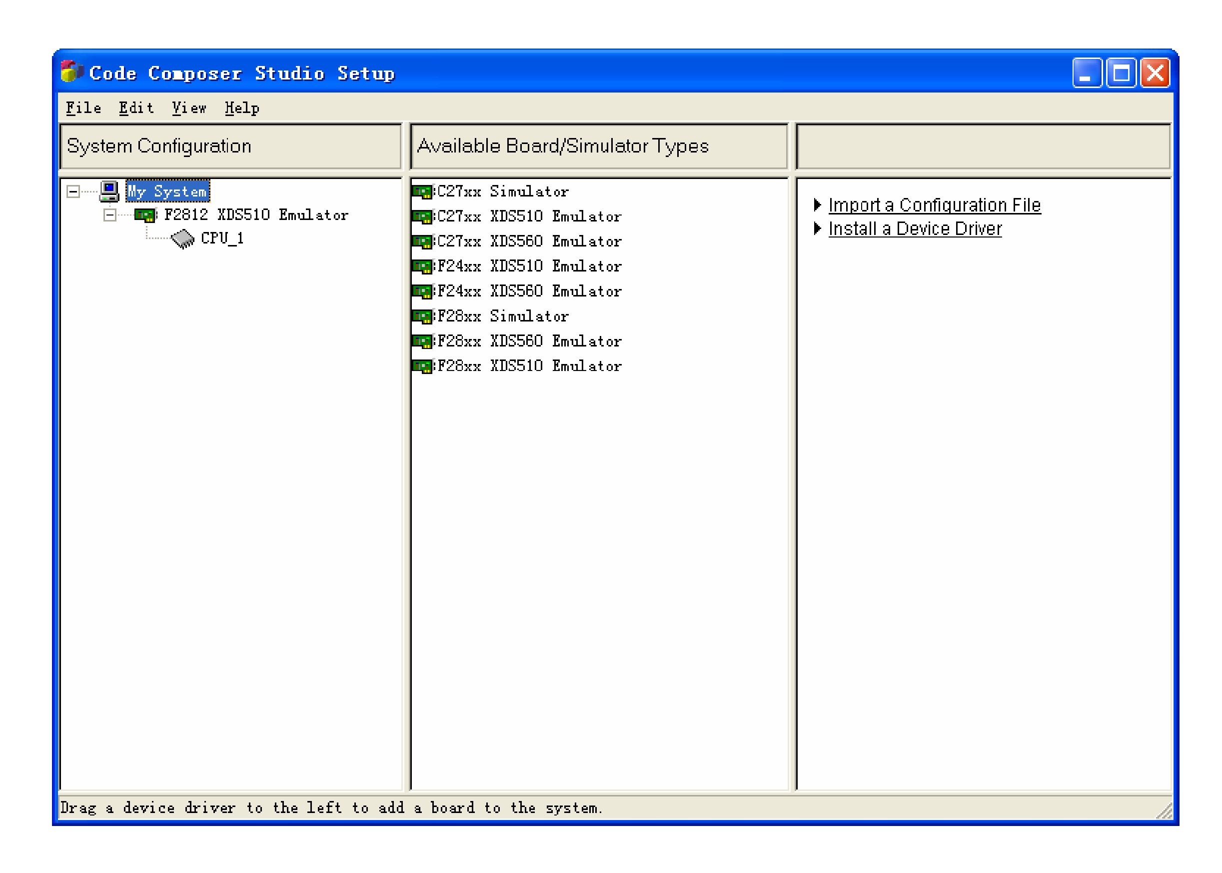
3.3.1 使用 USB 接口仿真器设置 CCS

（1） 双击桌面上的Setup CCS 2 （C2000）;

（2） 选择F2812 XDS510 mulator ， 点击import。

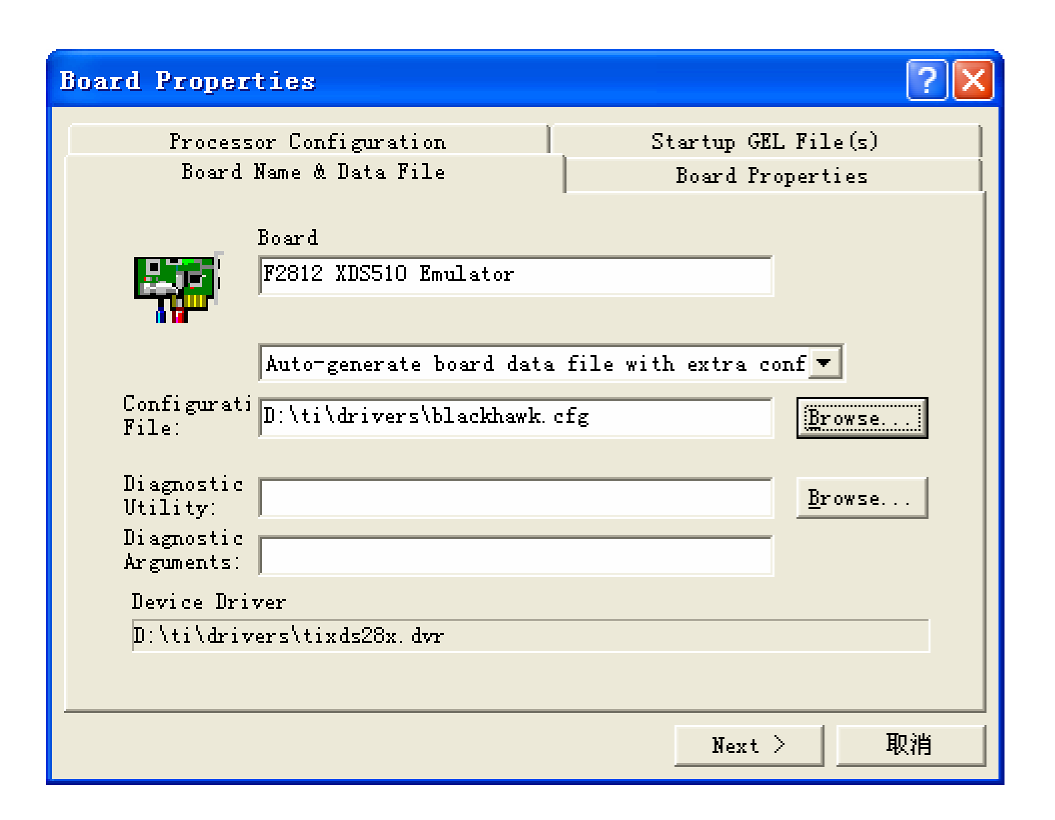


（3） 出现如下图片，如果“最左边一栏”，除了F2812 XDS510 mulator 以外还有其他与之并列的其他选项，则将其删除干净。

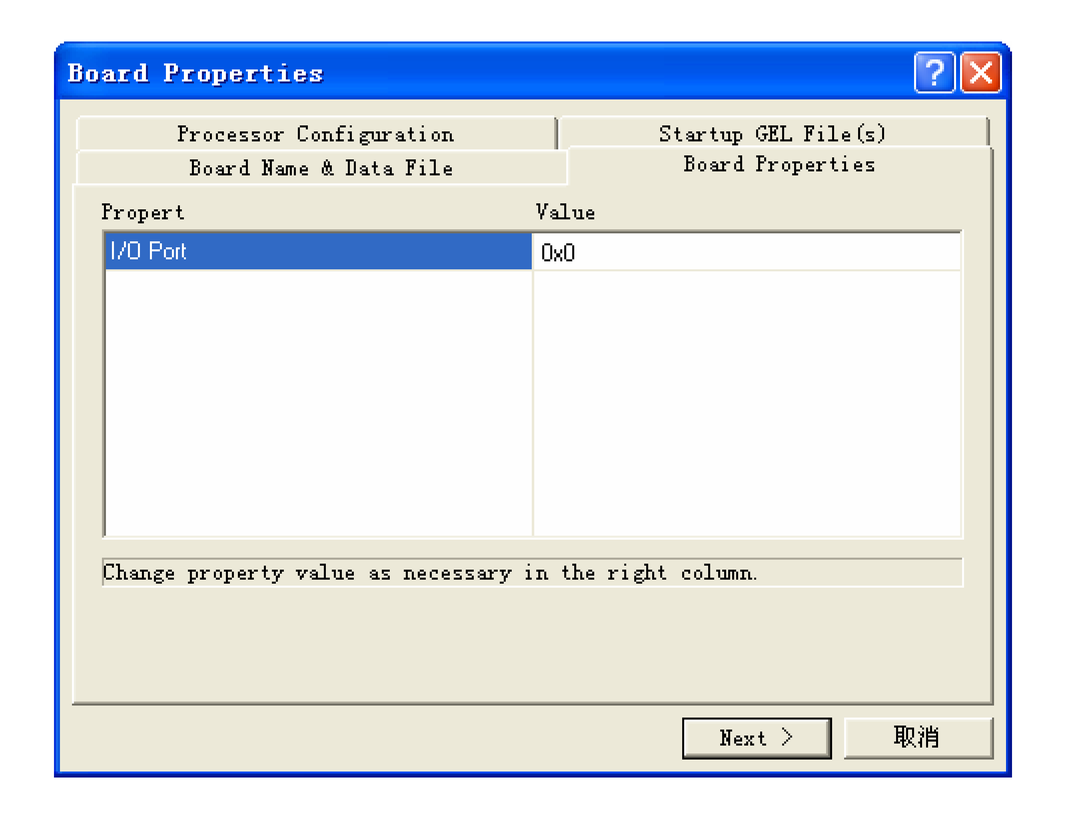


（4） 选中“最左边一栏的F2812 XDS510 mulator”点击右键，修改其属性；

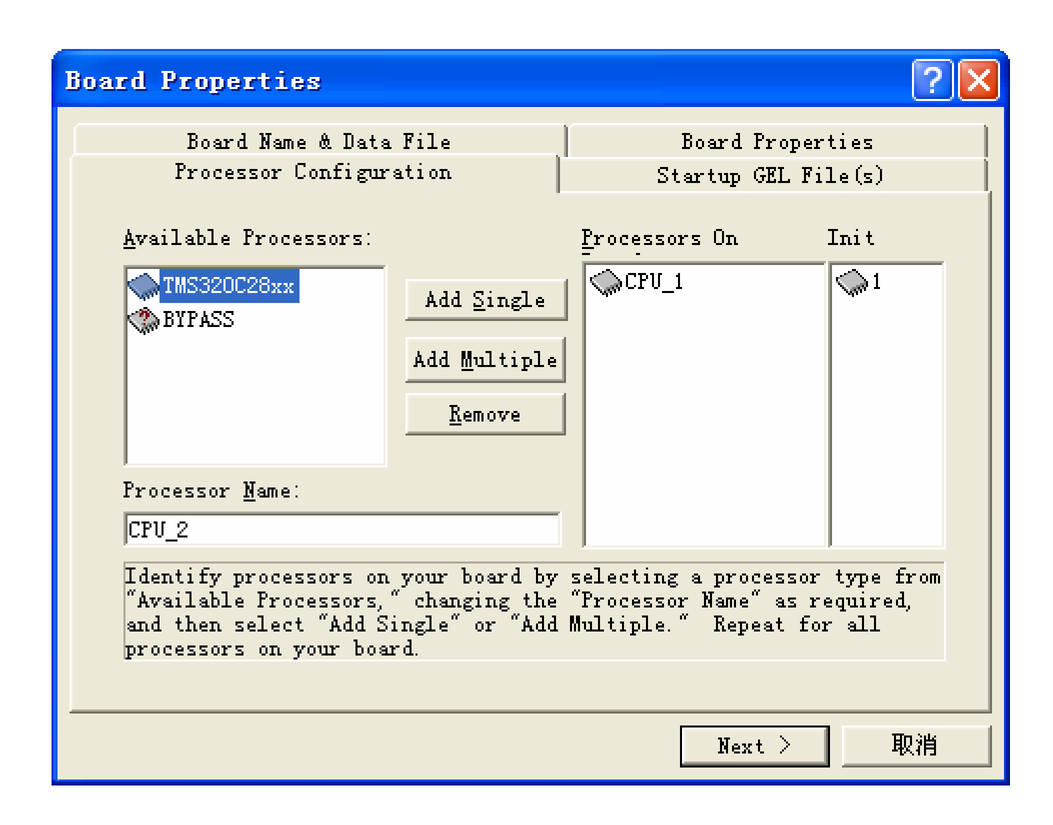
（5） 在板子属性中，Board Name & Data File 项目下选择Auto-generate board data file with extra configuration file；然后指定你安装目录下的blackhawk.cfg文件。该文件已经在安装USB 仿真器驱动时由安装盘拷贝到了您的安装目录下的指定位置。如果使用的是其他厂家的USB 接口仿真器，请参照其提供的用户手册进行操作或直接咨询对方。



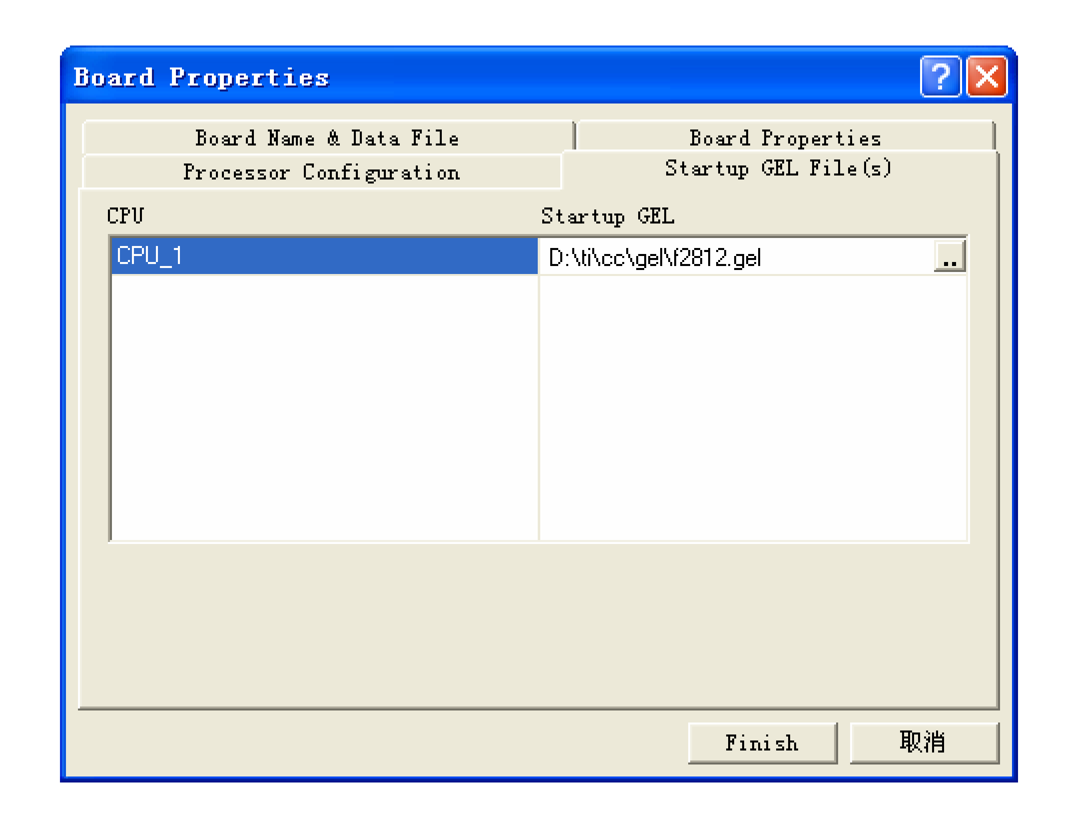
（6） 然后口地址选择0。



（7） 如果系统是单DSP，请点击Add Single 一次，如果是多DSP，则点击相应次数。通常我们都使用1 个DSP；



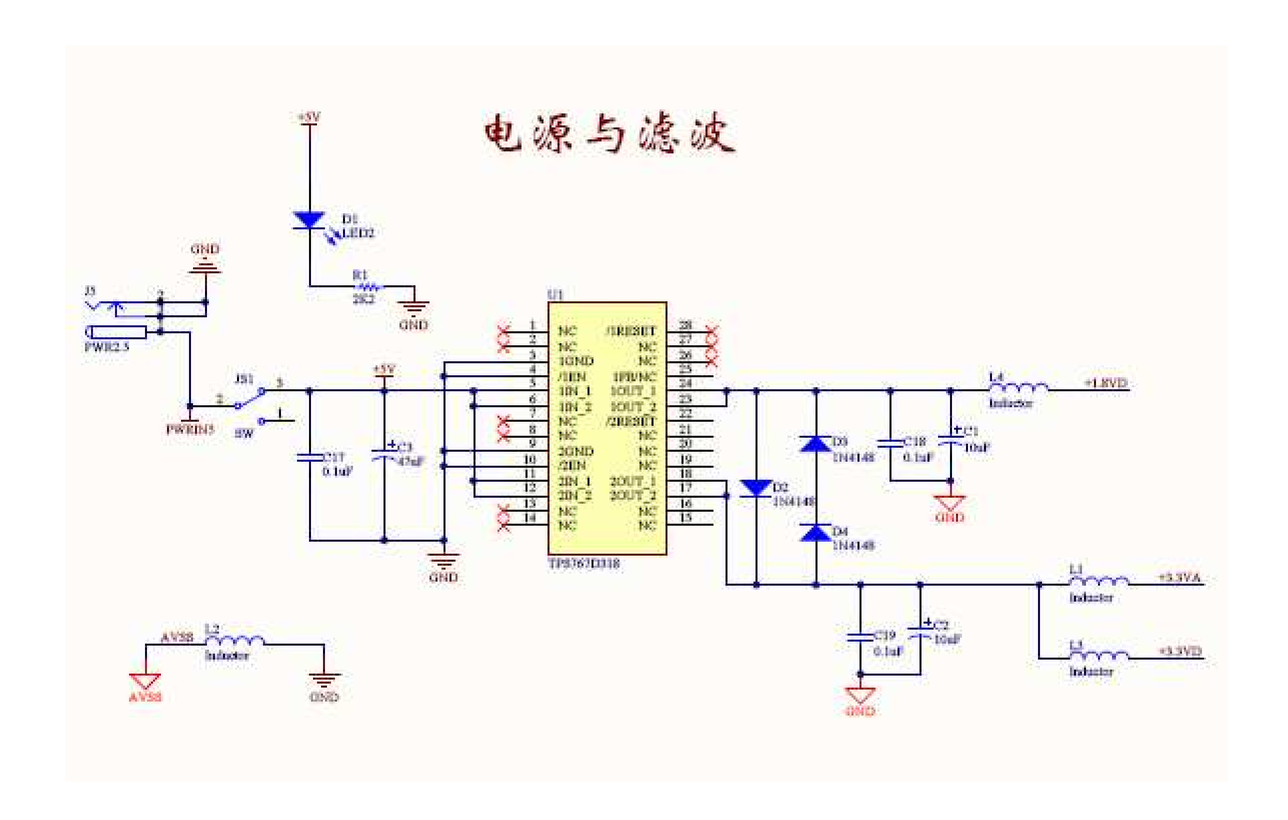
（8） 然后会自动显示如下gel 文件的定位，如果没有显示，请找到相应位置进行选择；



（9） 点击Finish；
（10） 保存配置，然后可以运行CCS 进行调试了。
（11） 如果不能进入CCS 调试状态，请检查设置或仿真器是否为好的。

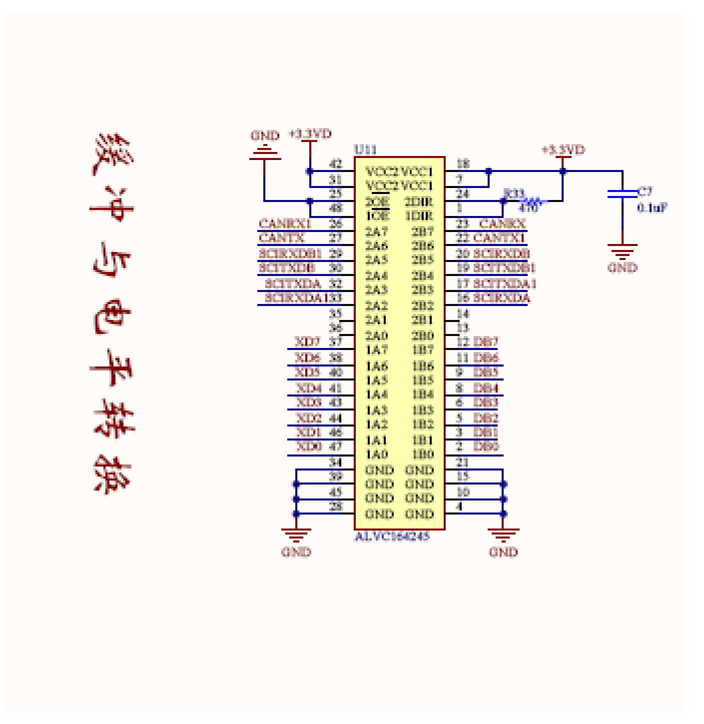
4．硬件电路讲解

4.1 电源和滤波



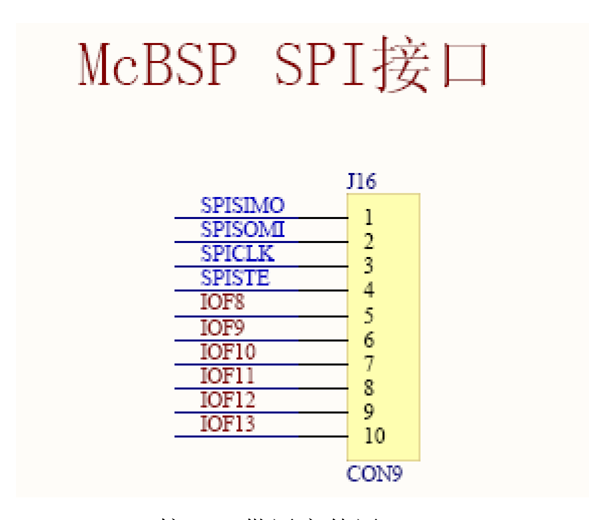
本设计采用外部5V直流电压供电，电源插孔标识为内正外负。电源芯片TPS767D318为双电源输出，一路为3.3V、一路为1.8V，分别为外围电路和CPU供电。每路电源的最大输出电流为1A。

4.2 缓冲与电平转换



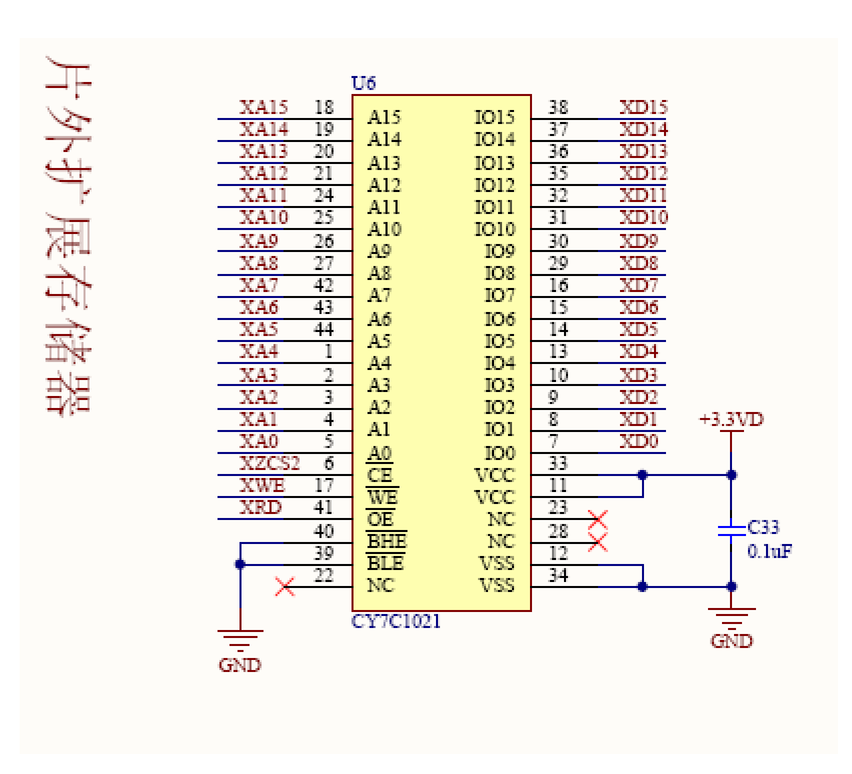
选用TI公司的ALVC164245电平转换器，双电压（一边是3.3Ｖ，另一边是5Ｖ）供电的双向驱动器,实现电平转换。在嵌入式系统设计中经常碰到3.3伏和5伏电路混合的问题，现在很多处理器都是3.3伏的，必须使用该总线转换器件，驱动5伏电路芯片。

4.3 MCBSP SPI 接口



本开发板还扩展了3 MCBSP SPI接口，供用户使用。

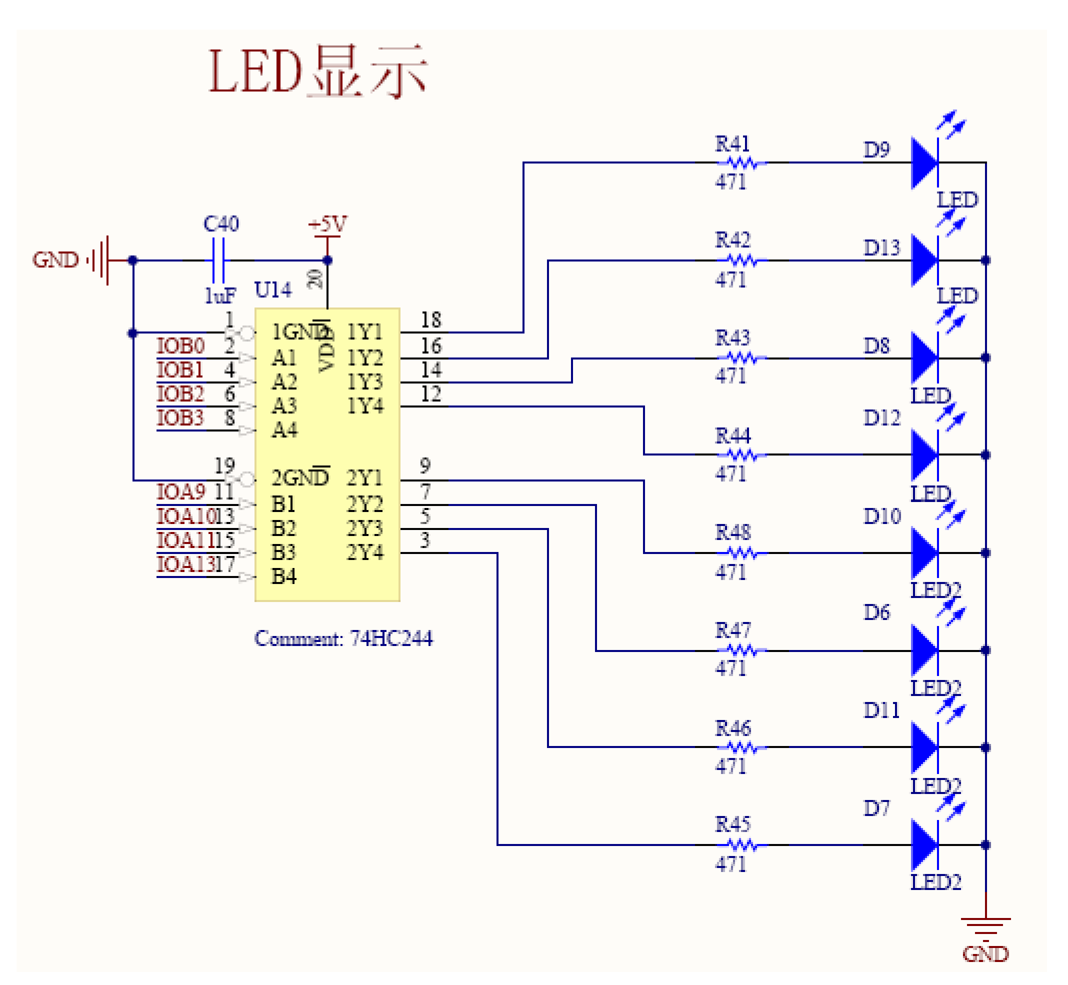
4.4 外扩程序和数据 RAM



选用的RAM 型号为CY7C1021，64K×16bit 大小。在我们的核心板中，通过与门电路实现逻辑将其共用为程序RAM 和数据RAM。

4.5 LED 显示

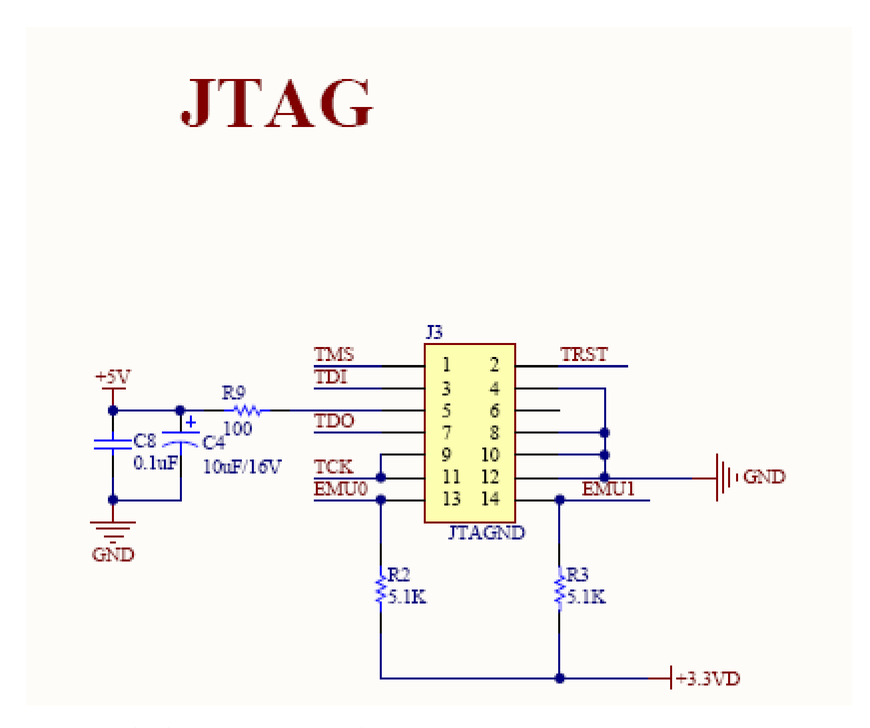
通过74HC244芯片驱动8个LED灯，如图所示：



本模块通过74HC244驱动LED，实现流水灯显示。

4.6 JTAG 接口电路

JTAG 接口提供对DSP 的内部FLASH 的烧写和仿真通讯。该部分的引脚定义请不要随便更改！



具有 JTAG 口的芯片都有如下 JTAG 引脚定义：

TCK——测试时钟输入；

TDI——测试数据输入，数据通过 TDI 输入 JTAG 口；

TDO——测试数据输出，数据通过 TDO 从 JTAG 口输出；

TMS——测试模式选择，TMS 用来设置 JTAG 口处于某种特定的测试模式。

可选引脚 TRST——测试复位，输入引脚，低电平有效。

JTAG 内部有一个状态机，称为 TAP 控制器。TAP 控制器的状态机通过 TCK 和 TMS 进行状态的改变，实现数据和指令的输入。

4.7 DSP 引脚扩展

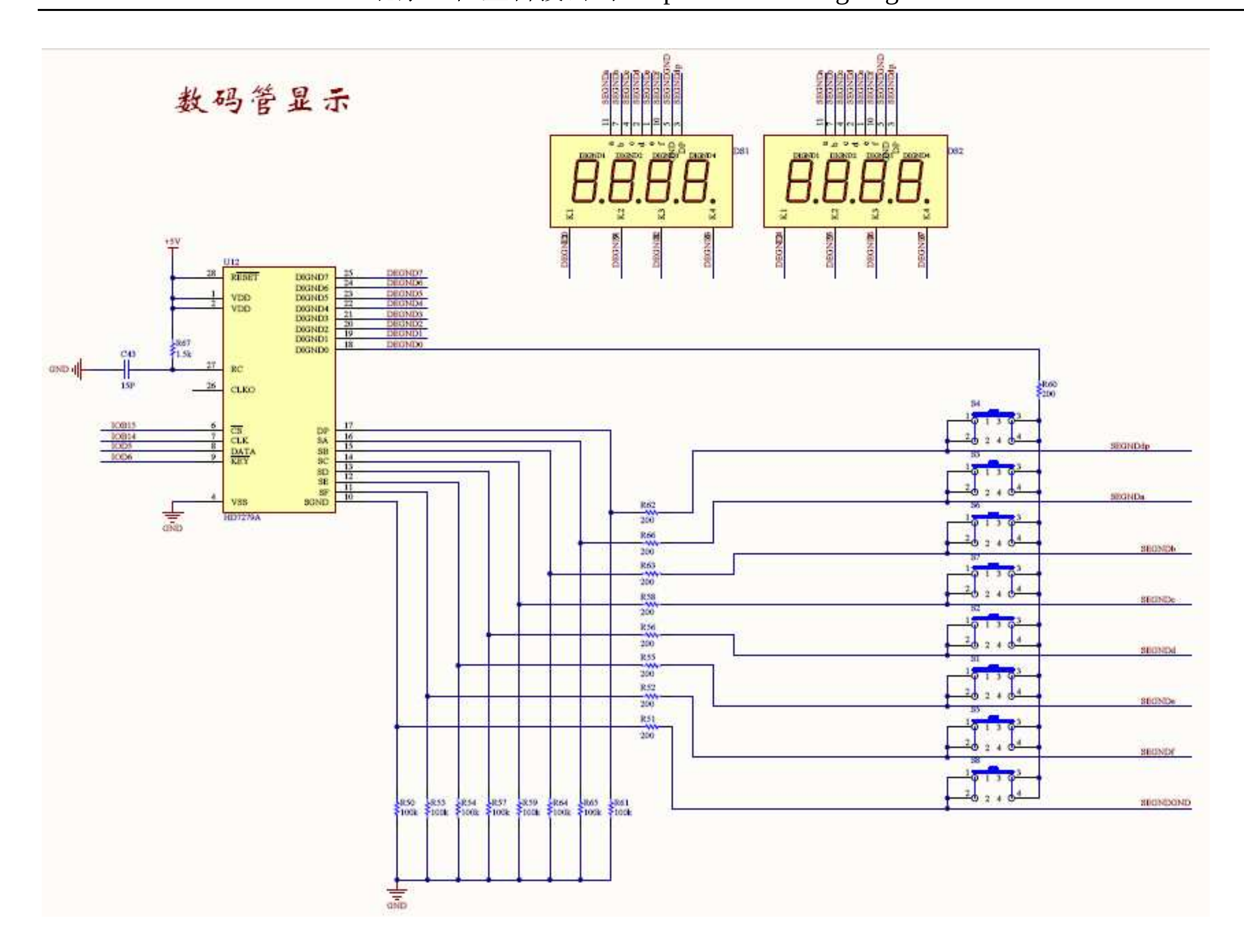
为方便用户扩展，将TMS320F2812的常用引脚通过排针引出。这些引脚定义如图所示：



扩展接口

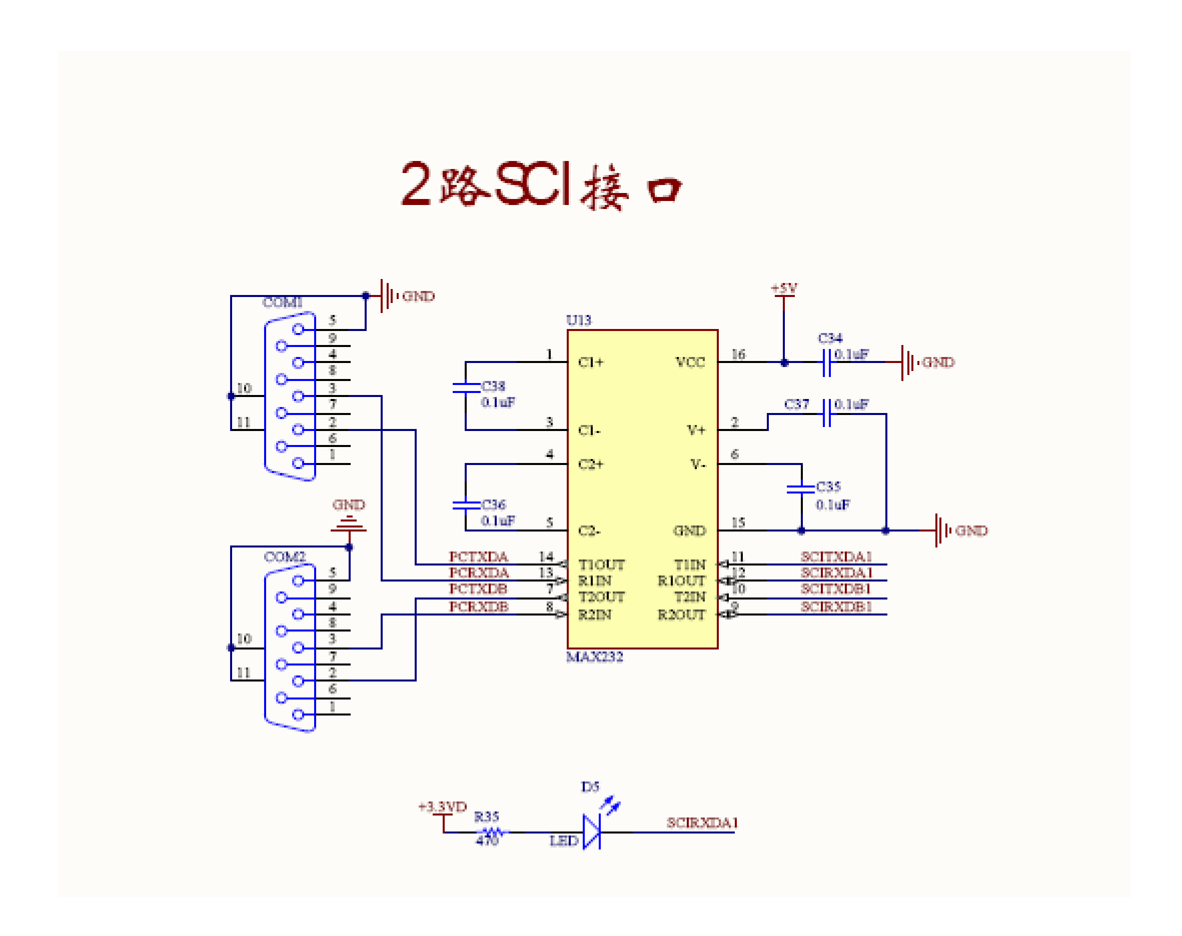
4.8 数码管显示

扩展板上配置有8个数码管和8个小按键。通过HD7279A串行接口8位LED数码管及64键键盘智能控制芯片驱动。这部分我们设计了两组实验，分别是：数码管显示实验；按键控制数码管实验。



4.9 SCI 串口通讯

DSP 内置SCI 通讯模块。



RS232 接口芯片采用的是MAXIM 公司的MAX232。板上TX_232,RX_232 标识是指PC端的的发送和接收。串行通讯的双方的TX，RX 必须反接。所以在原理图MAX232 电路中PC的TX_232 输出的是目标板的SCIRXD，目标板的SCITXD 经过MAX232 上输出的是PC 的RX_232。MX232 具体学习请参考其数据手册。

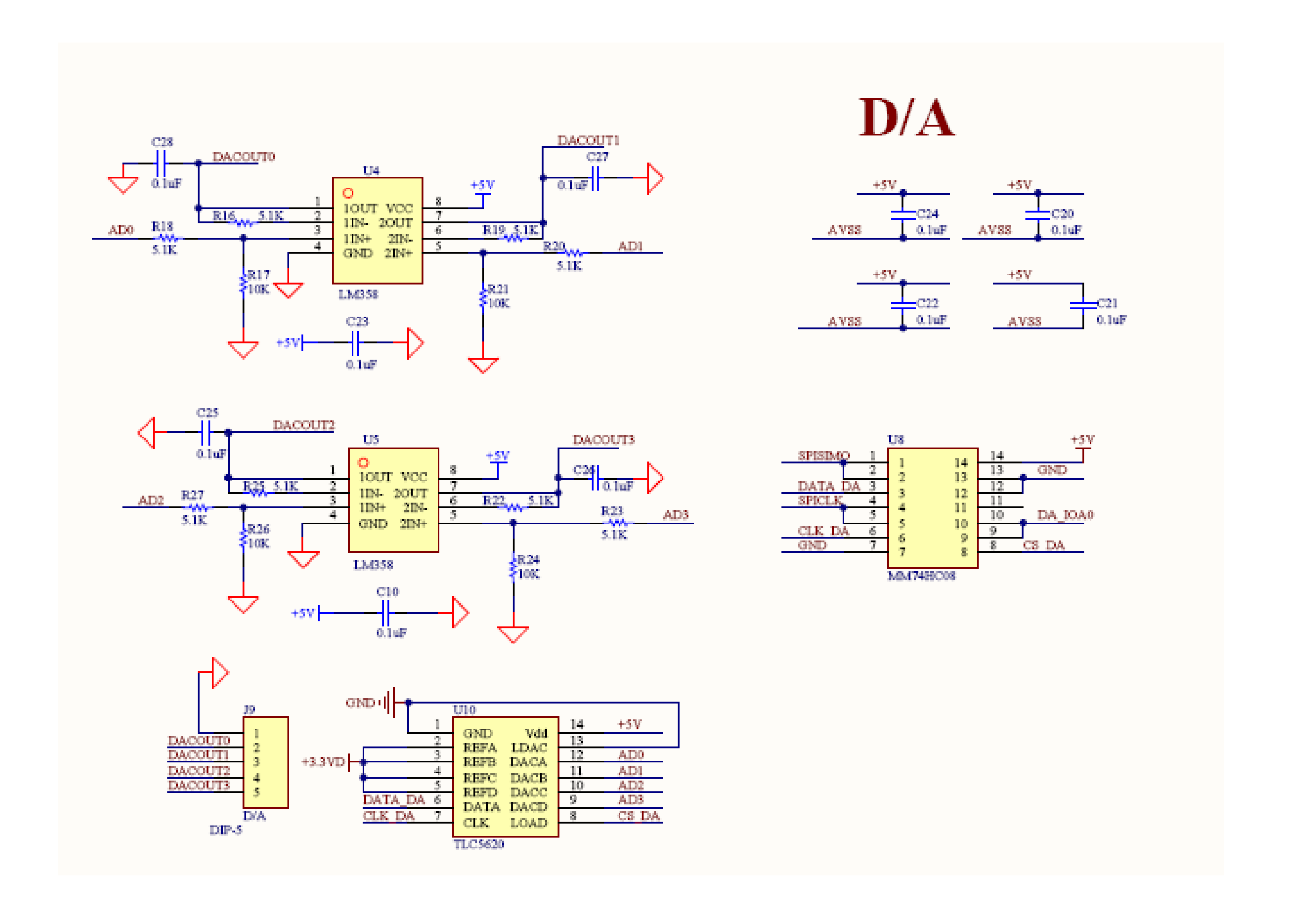
4.10 SPI－D/A 转换

DSP 内置SPI 控制器。

板上选用的D/A 转换器为TI 公司的TLC5620 串行4 通道8 位DA 转换器。DSP 通过SPI口与其接口。由于TLC5620 的控制信号要求的VIH 较高，所以需要将DSP 输出的SPICLK,SPISIMO 以及IO 口模拟的CS 信号的高电平抬高。在扩展板上我们采用74HC08 与门电路。TLC5620 的工作频率是1MHz，故DSP 的SPI 通信频率也必须设置到1MHz。

在本实验板上，4 路DA 信号均经过了电压跟随器输出。

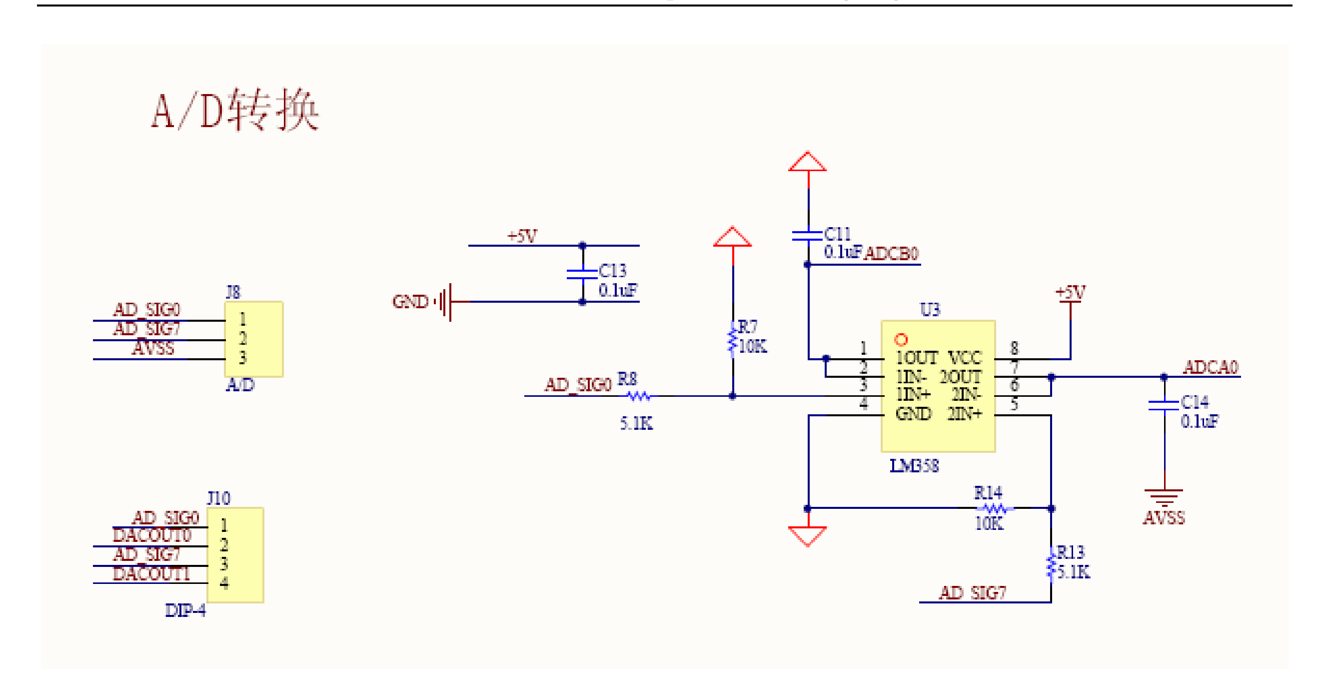
关于SPI 通讯请查看相关资料，TLC5620 请查看其数据手册。



4.11 A/D 调理电路

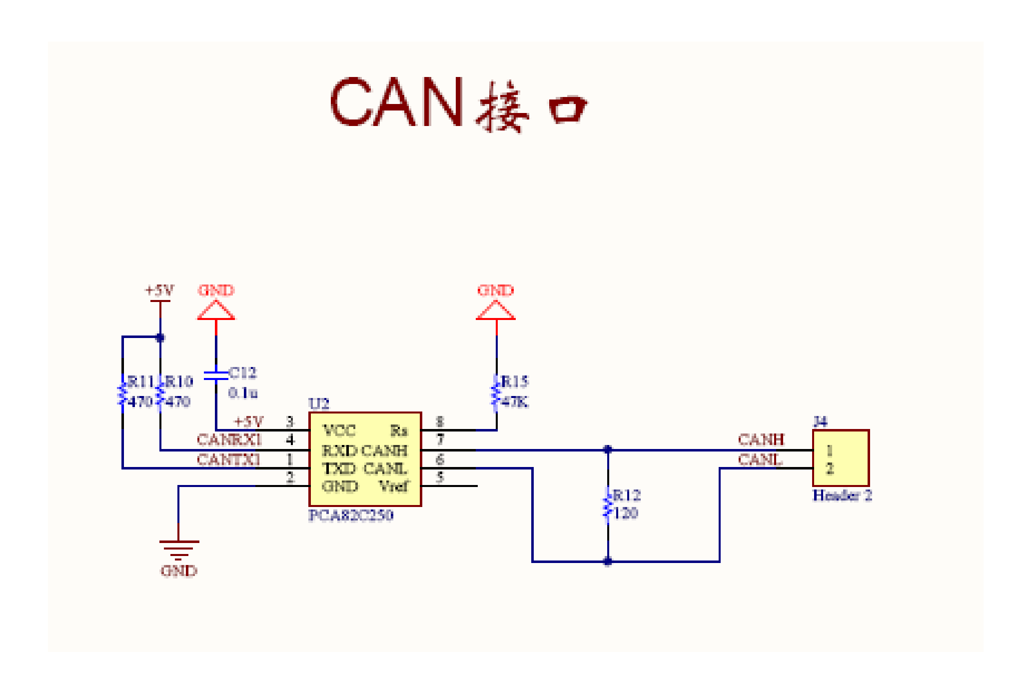
DSP 内置16 通道12 位ADC。在本实验板上只扩展了2 通道，分别位AD0 和AD8。DSP 能接受的AD 信号在0～3.3V。在实验板中，没有单独采用基准源，直接使用的系统的3.3V。

板上所引出的两路AD 信号电压范围可以在0～5V。在板上已经进行了电阻分压使之不超过3.3V。在输入DSP 之前，采用了电压跟随器增大阻抗。如需要电压采样结果更加准确，请使用专用的基准电压源，以及保证信号源稳定。



4.12 CAN 通讯接口

DSP 内置CAN 控制器。

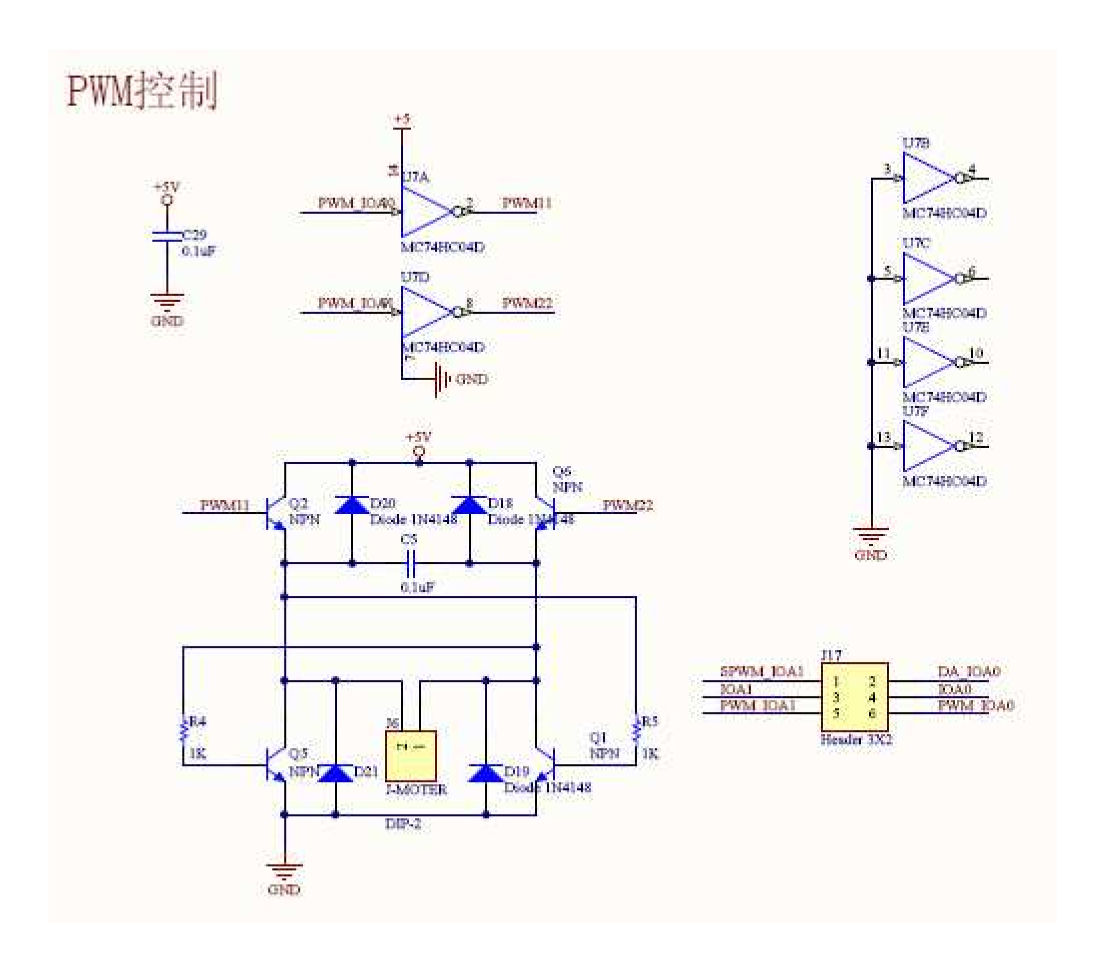


在实验板中CAN 总线收发器采用的型号是PCA82C250。它将CANTX,CANRX 信号转化为CANH,CANL 信号在CAN 总线上传输。

在本实验板中，CAN 总线未经过DC-DC 隔离。为增强抗干扰能力，用户在自行扩展的时候推荐使用DC-DC 隔离,尤其是应用于工业场合时。

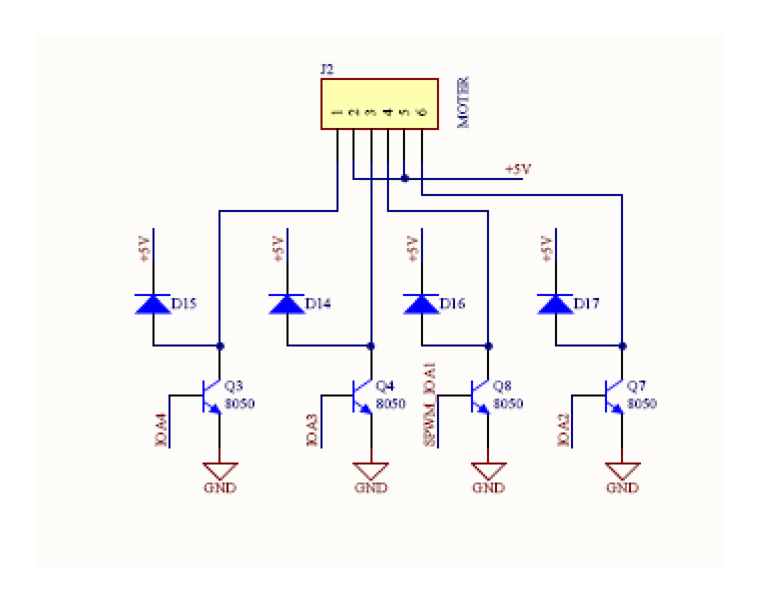
关于PCA82C250 的资料请用户查看其数据手册。

4.13 PWM 电机控制



PWM 电机控制实验针对微型直流电机。两路带死区的PWM 信号从DSP 引脚上直接产生。电机驱动采用的是4 个NPN 的三极管，可控制正反转。DSP 的PWM 口在复位和无控制状态时默认为IO 口，且为高电平。这样可能引起4 个NPN 管同时导通。为防止这种情况发生，对DSP 出来的PWM 信号进行了反相，即复位时给NPN 基极的是低电平。

4.14 步进电机接口



本开发板提供了步进电机接口。

5. 软件实验讲解

在进行软件调试前，首先将 J15 的 1、2 脚用跳线短接（左面两个脚），如图所示。



5.1 外部 RAM 测试

测试外部数据RAM：

根据我们定义的逻辑，外部RAM 在数据空间中定义在0x80000起始地址的，共64Kx16 SRAM。

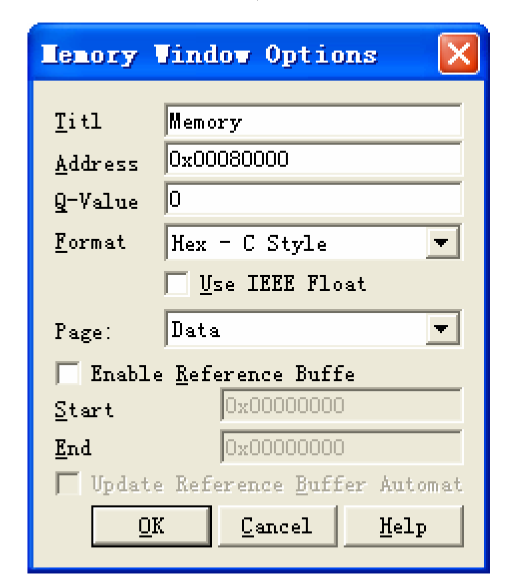
程序所在目录ex_RAM。

该程序执行的功能是对外部数据RAM 区0x80000－0x8FFFF，从0x80000 开始写并且读数据0x6666。如果正常则写读下一个地址，直到0x1FFFF 。

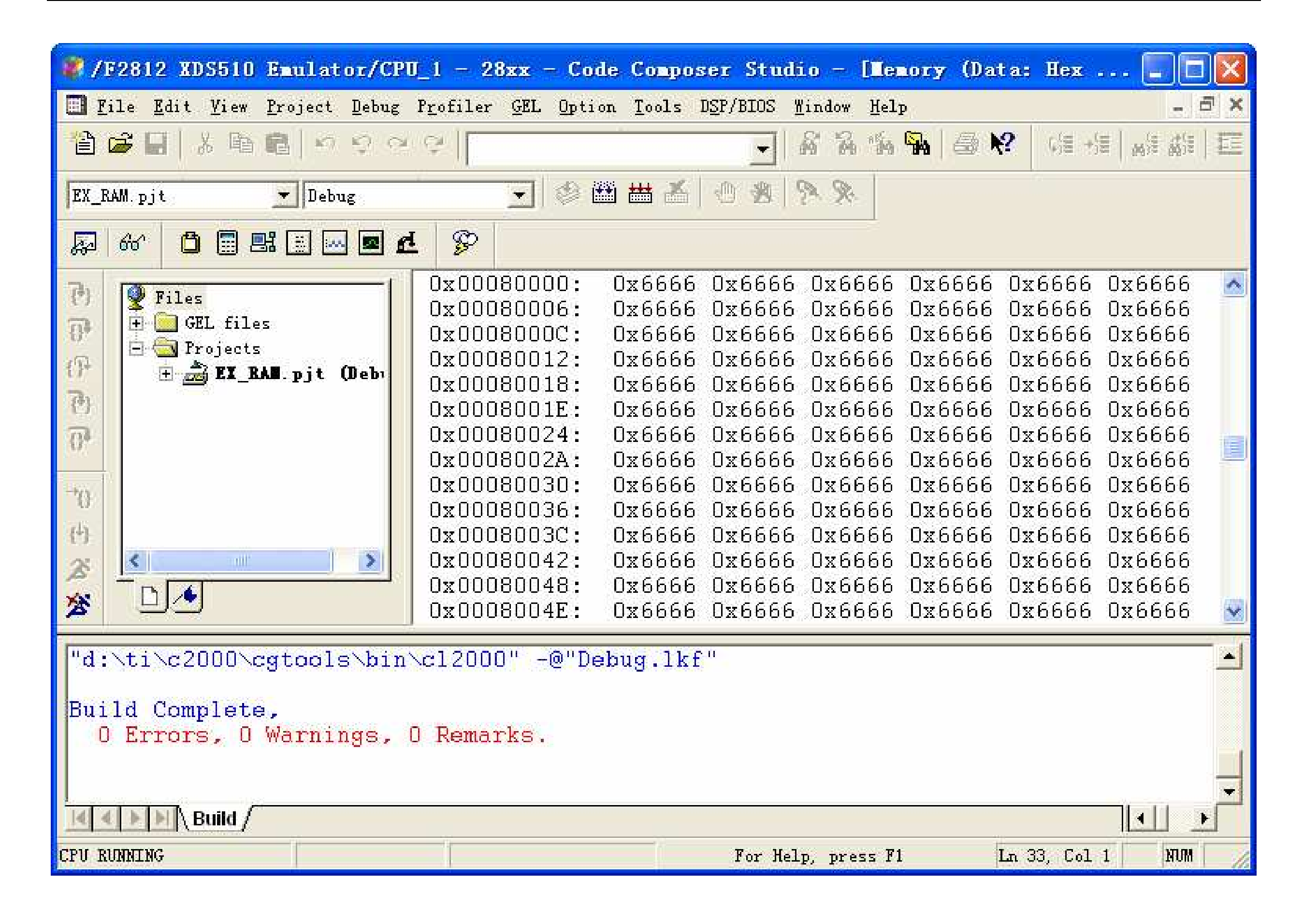
在CCS2000 中的操作如下：

1. Project->Open，打开该目录中的工程文件。
2. Project->Rebuild ALL,编译链接
3. File->Load Program
4. Debug->GO Main
5. Debug->RUN（快捷键F5）如图所示：

打开View->memory，然后填入地址0x80000,然后在PAGE 栏选择DATA。



点击确定，即可显示0x80000 地址开始的数据，用户会发现从这个地址开始往后的数据均为刚被写入的0x6666。如下图所示：



如果正常，则说明外部程序RAM 验证正确。

5.2 定时器控制 LED 实验

程序所在目录：CPU_TIMER0

在CC2000 中的操作如下：

1. Project->Open，打开该目录中的工程文件。
2. Project->Rebuild ALL,编译链接
3. File->Load Program
4. Debug->GO Main
5. Debug->RUN（快捷键F5）

即可看到板上LEDD6、D10、D9、D12和D7、D11、D9、D13周期性的交替闪亮。灯的闪烁频率由软件中的定时器Timer设置。

5.3 LED 走马灯程序实验

程序所在目录：GPIO_LED

打开CC2000,进行如下操作：

1. Project->Open，打开该目录中的工程文件。
2. Project->Rebuild ALL,编译链接
3. File->Load Program

4. Debug->GO Main
5. Debug->RUN（快捷键F5）

可以看到的现象为：开发板上的8个LED灯循环闪烁。

5.4 数码管显示实验

本实验使用串行接口8位LED数码管及64建键盘智能控制芯片。

程序所在目录：HD7279_LED

打开CC2000,进行如下操作：

1. Project->Open，打开该目录中的工程文件。
2. Project->Rebuild ALL,编译链接
3. File->Load Program
4. Debug->GO Main
5. Debug->RUN（快捷键F5）

可以看到的现象为：数码管上显示数字01234567

5.5 数码管按键实验

本实验使用串行接口8位LED数码管及64建键盘智能控制芯片。

程序所在目录：HD7279_KEY

打开CC2000,进行如下操作：

1. Project->Open，打开该目录中的工程文件。
2. Project->Rebuild ALL,编译链接
3. File->Load Program
4. Debug->GO Main
5. Debug->RUN（快捷键F5）

可以看到的现象为：按下不同的按键数码管对应的会有不同的数字显示。

5.6 SCIA 串口通讯实验

本程序对UART进行操作，首先，打开调试工具中的串口调试软件，设置波特率为9600BPS，8位数据位，无校验，1位停止位，设置完成后应如下图所示，然后用标准串口连接线连接PC和开发板，开始运行程序，先由PC机上的串口调试软件给开发板发送数据，2812开发板接收到数据后把收到的数据发给PC机，在串口调试软件的接收窗口会看见收到的数据，看发送和接收的数据是否一致，来判断UART是否正常。

UART有两种模式，中断模式和查询模式，程序通过设定变量SCIA_INT来决定采用那一种方式。SCIA_INT=1，中断方式；SCIA_INT=0，查询方式。

SCI 的测试过程如下：

用标准串口连接线连接PC机的COM1和开发板上的COM1串口；
打开调试工具下的串口调试软件，设置串口参数，如下图所示；



然后打开CC2000,进行如下操作：

1. Project->Open，打开该目录中的工程文件。
2. Project->Rebuild ALL,编译链接
3. File->Load Program
4. Debug->GO Main
5. Debug->RUN（快捷键F5）

可以看到的现象为：2812开发板接收到数据后把收到的数据发给PC机；



5.7 SCIB 串口通讯实验

用标准串口连接线连接 PC 机的 COM1 和开发板上的 COM2 串口

程序所在目录：SCIB

然后打开CC2000,进行如下操作：

1．Project->Open，打开该目录中的工程文件。
2．Project->Rebuild ALL,编译链接
3．File->Load Program
4．Debug->GO Main
5．Debug->RUN（快捷键F5）

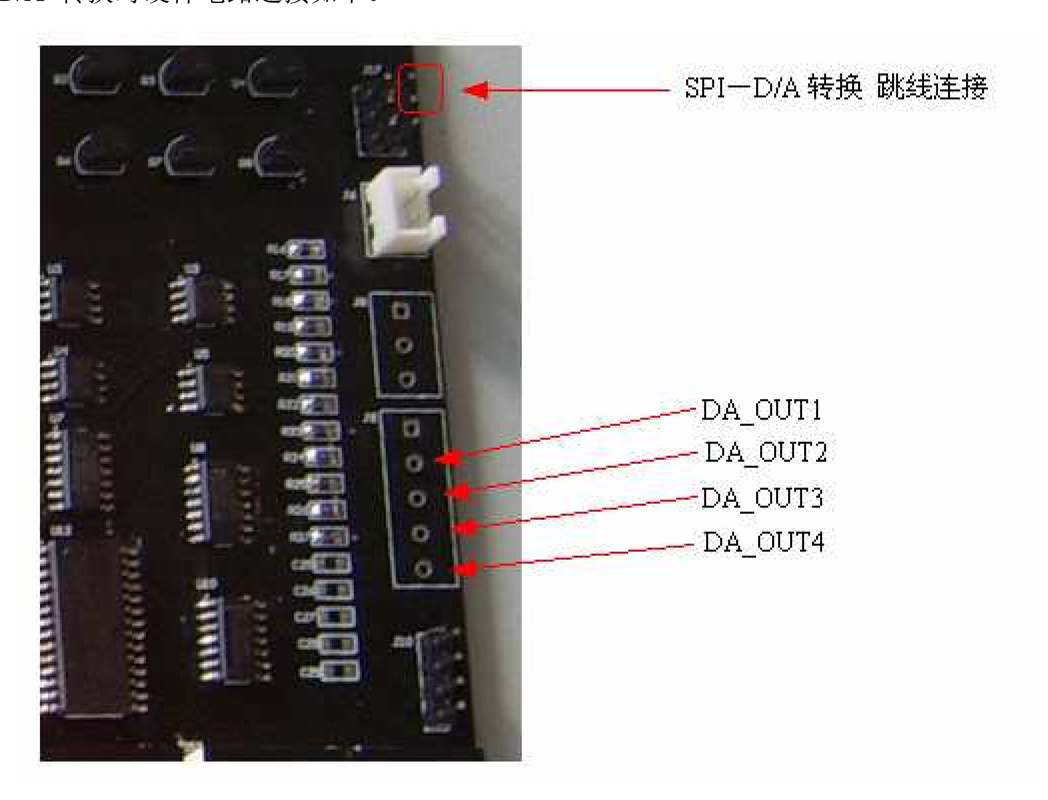
然后在串口调试助手中马上可以看到上部的接收显示区不断接收到数据85（为16 进制）。在串口助手的下部的发送区填入85，选中自动发送。数据即可通过串口发送到目标板。

查看DSP 是否收到数据，按如下操作：打开View->Watch window，在下面刚弹出的Watch区域中点右键，选择Insert,出现的信息框中填入SCI_RXDATA,x 即可按十六进制方式显示出变量SCI_RXDATA 的值。如果正常，应可以看到该变量值为0x85。即说明RS232 双向通讯正常。



5.8 SPI 接口的 D/A 实验

D/A 转换时硬件电路连接如下。



在进行D/A转换部分调试时，将J17的2、4脚短接，如上图。用万用表测试时，开发板分别对应的标号如图所示。

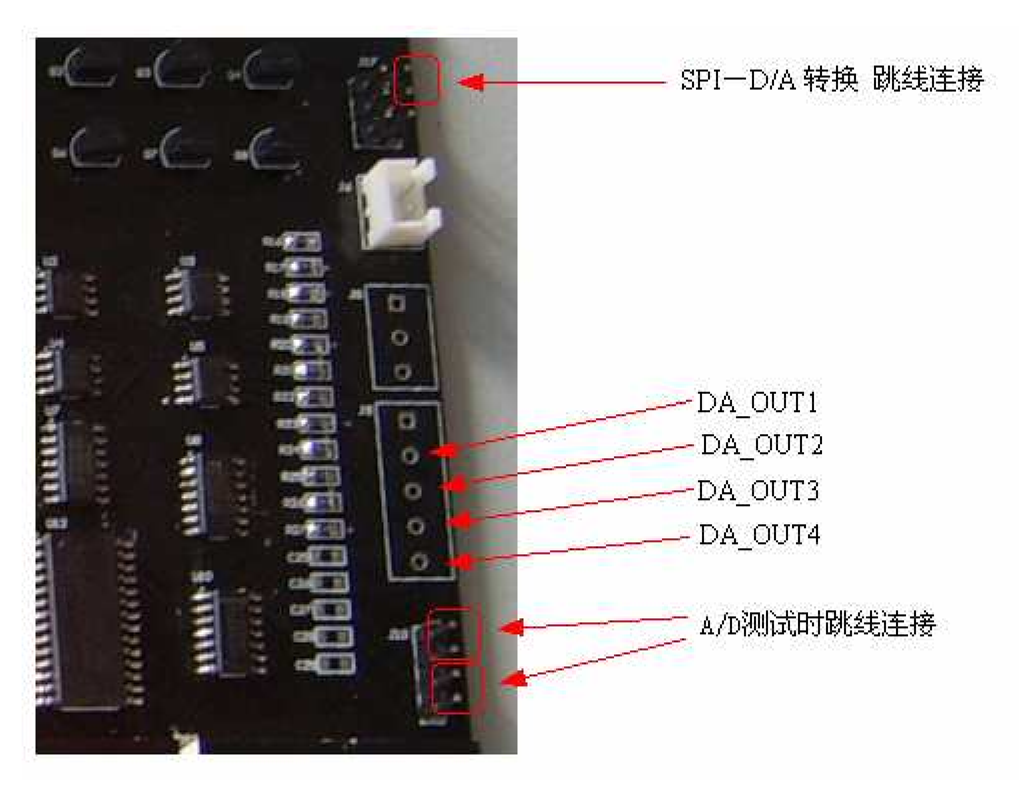
程序所在目录：SPI_DAC
D/A 转换芯片选用的是SPI 接口的TLC5620,串行4 通道8 位DA 转换。
打开CC2000,进行如下操作：

1. Project->Open，打开该目录中的工程文件。
2. Project->Rebuild ALL,编译链接
3. File->Load Program
4. Debug->GO Main
5. Debug->RUN（快捷键F5）

用示波器可以看到 DA_OUT1 接口输出三角波
DA_OUT2 输出三角波
用万用表可以测到 DA_OUT3 输出2.475V
DA_OUT4 输出1.65V
各路的DA 输出均由程序控制，用户可参照程序中的注释更改。

5.9 A/D 采样实验

A/D采样时硬件电路连接如下。



在进行A/D采样部分调试时，将J17的2、4脚短接，并且将J10的1、2，和3、4脚分别短接，如上图所示。

程序所在目录：AD_SAMPLE
板上引出的两路A/D 转换对应DSP 的A/D 模块分别是AD0 和AD8，输入电压0-5V。

打开CC2000,进行如下操作：

1．Project->Open，打开该目录中的工程文件。

2．Project->Rebuild ALL,编译链接

3．File->Load Program

4．光标移到Que()函数的asm(" NOP ")所处的行。

5．Debug->Toggle breakpoint（快捷键F9）

6． Debug->Animate（快捷键F12）

7． View->Watch Window ， 在出现的watch 窗体中点右键分别插入变量 AD_SIG0,AD_SIG8，则可看到所采到的这两路信号的电压值。

如果结果稍微不精确，请不要在意，这可能是因为没有采用专用基准源，以及信号不稳定的缘故。另外,TMS320F2812 的内置A/D 的精度并不是很高。在前面两种情况已得到保证的情况下，变化幅度最大仍可达16 个bit。

5.10 CAN 总线通信实验

程序所在目录：ECAN_BACK2BACK

由于调试CAN 总线通讯需要外部的CAN 设备。所以在没有外部CAN 设备的情况下，本样例程序中采用了CAN 的自测试模式通信。

打开CC2000,进行如下操作：

1．Project->Open，打开该目录中的工程文件。

2．Project->Rebuild ALL,编译链接

3．File->Load Program

4．光标移到int1 中断服务程序的CANIFR=0xFFFF 所处的行。

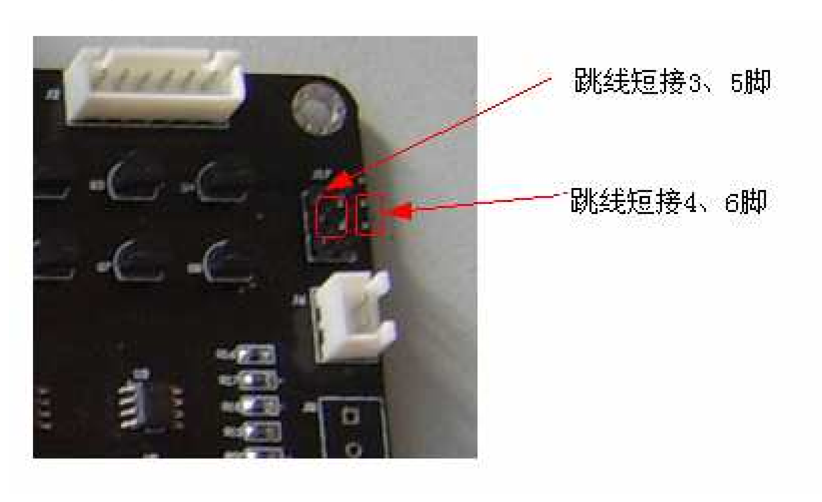
5．Debug->Toggle breakpoint（快捷键F9）

10． Debug->Animate（快捷键F12）

11． 点击菜单栏中的gel项，选择eCAN Registers 即可看到CAN 寄存器的变量被显示到Watch window 中。

5.11 PWM 电机控制实验

在进行PWM电机控制实验时，将J17的第3、5脚和2、4脚分别短接，如图所示。



程序所在目录：DC_PWM

打开CC2000,进行如下操作：

1．Project->Open，打开该目录中的工程文件。

2．Project->Rebuild ALL,编译链接

3．File->Load Program

4．Debug->RUN

可以看到电机开始转动。本例程中PWM 的频率是1kHz，输出的是两路带死去的PWM 波形对。用户只需更改参数XPWM 即可改变电机的转速和方向。该参数设置如下：

XPWM=2400; //最大值2500

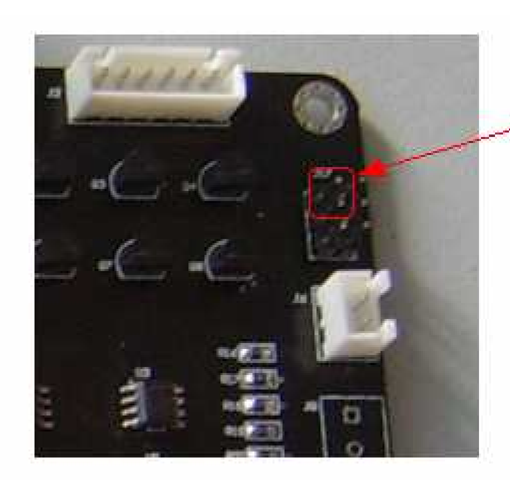
when xpwm=0~900,逆时针方向旋转,值越小,转速越快

when xpwm=1600~2500,顺时针方向旋转,值越大,转速越快

when xpwm=900~1600,电机两端电压太低,基本上不足以起转。

5.12 步进电机控制实验

在进行PWM电机控制实验时，将J17的第1、3短接，如图所示。



程序所在目录：STEP-MOTOR

打开CC2000,进行如下操作：

1．Project->Open，打开该目录中的工程文件。

2．Project->Rebuild ALL,编译链接

3．File->Load Program

4．Debug->RUN

可以看到步进电机开始按照步频转动。

6．FLASH 烧写

6.1 安装烧写软件

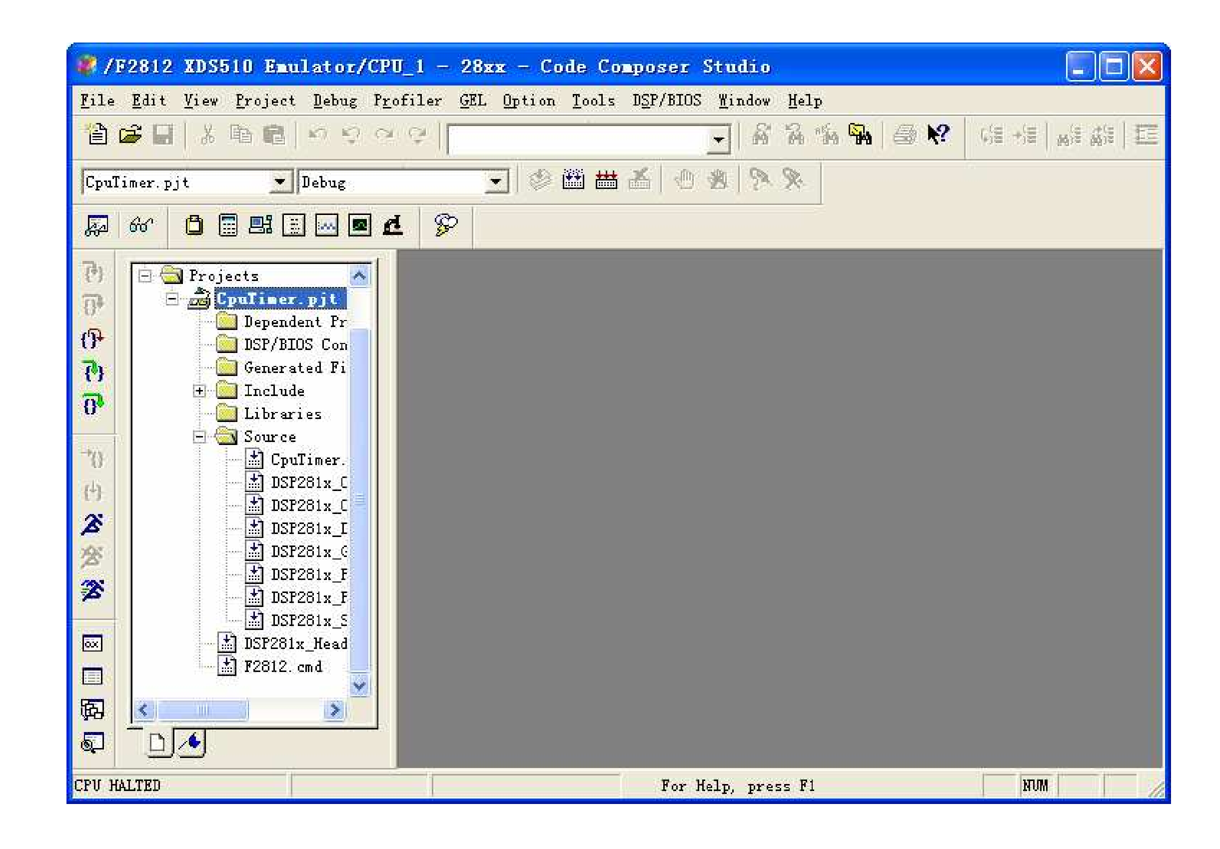
打开<c240x 28xx Flash 烧写工具>文件夹，运行C2000-2.00-SA-to-TI-FLASH21.EXE，

首次运行会弹出以下对话框，选择yes。



然后按提示进行安装即可。

安装结束后打开CCS 的界面如下，会增加一个"云"状的图标。



6.2 烧写 FLASH

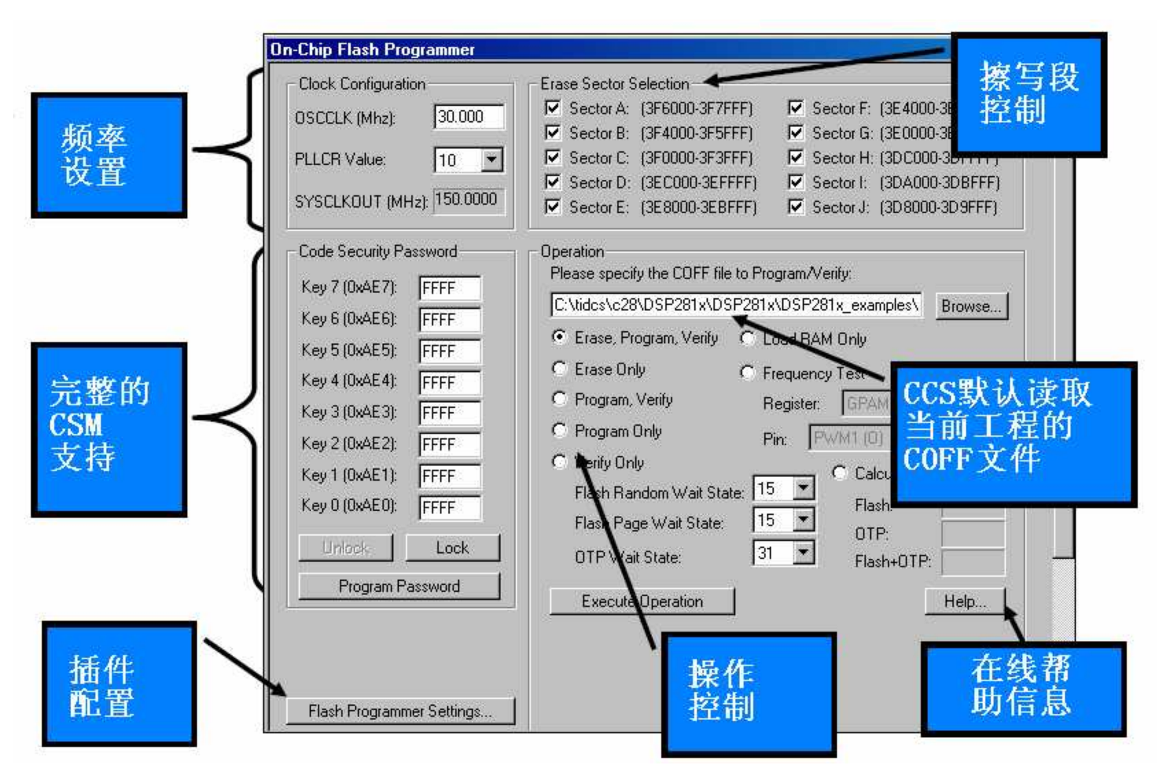
注意：在您熟练掌握软件仿真和调试之前，强烈建议您不要轻易尝试烧写FLASH，由于加密位等原因，在您不熟悉的情况下很容易烧毁芯片。

（1） 硬件准备

将仿真器，PC 和目标板接好，注意仿真头不能插反！不能带电插拔仿真器！

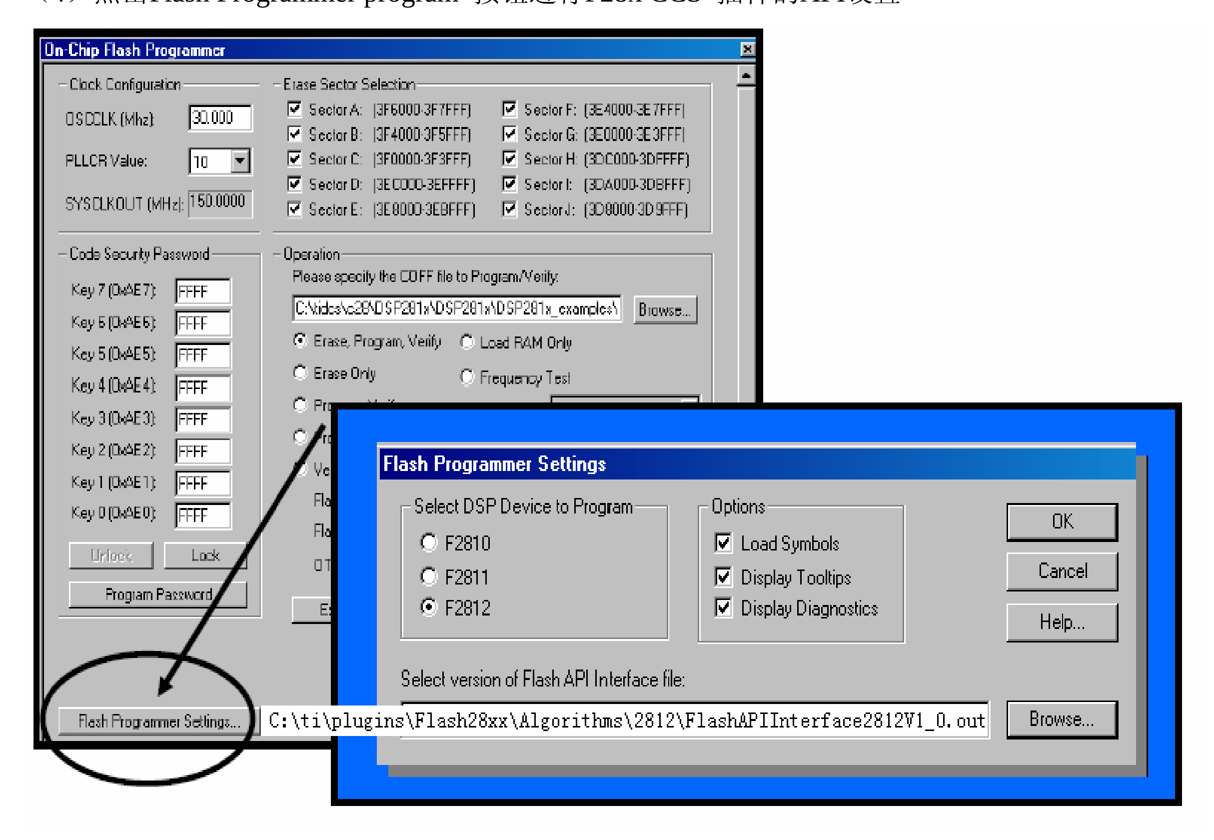
（2）运行CCS，点击烧写的 按钮。

（3）可以看到F28x CCS 插件的界面，如下图所示：



注：不要修改Code Security Password栏中的值，也不要点击Lock按钮，否则就会死锁，F2812就会损坏，切记！！！

（4）点击Flash Programmer program 按钮进行F28x CCS 插件的API设置

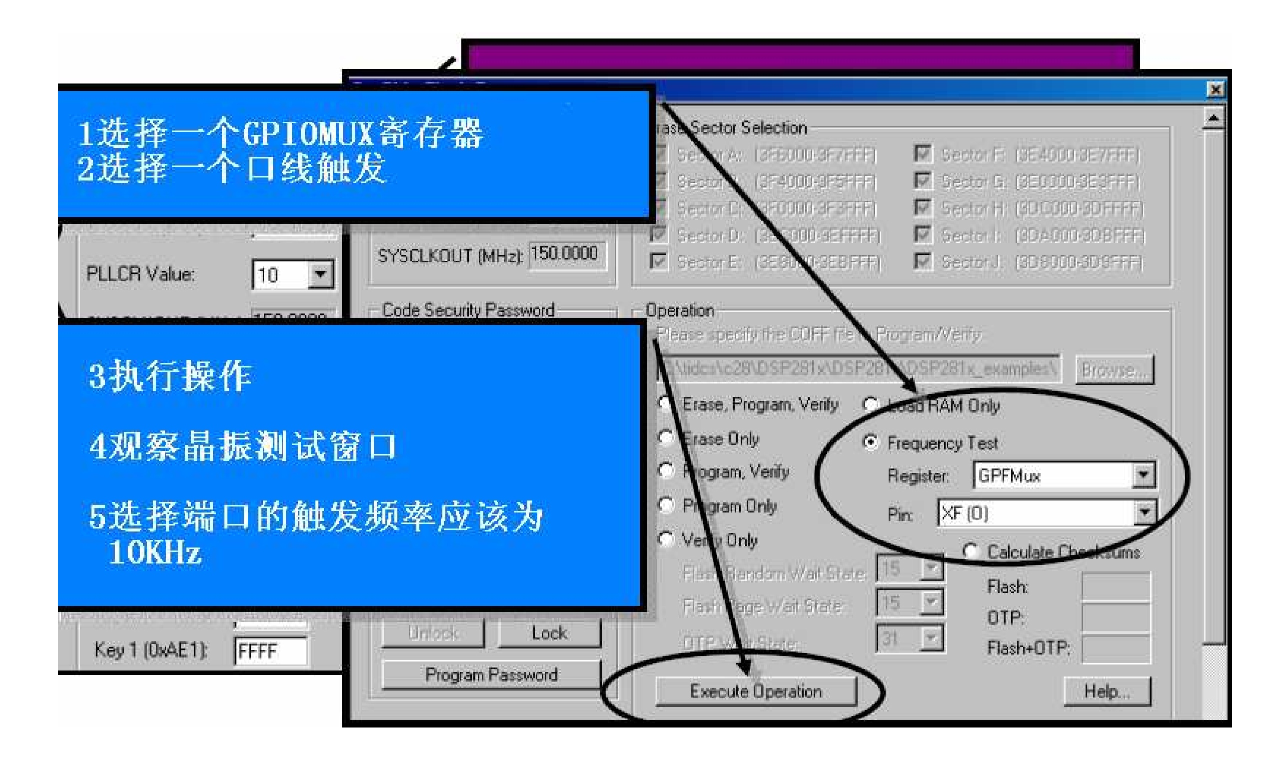


图中所示的API为经过确认的版本，而不是beta版如果没有这个版本，则说明下载的插件版本不够新可能无法正常烧写F281x

（5）下面进行F28x CCS 插件的频率设定



（6）可以进行F28x CCS 插件频率配置的测试

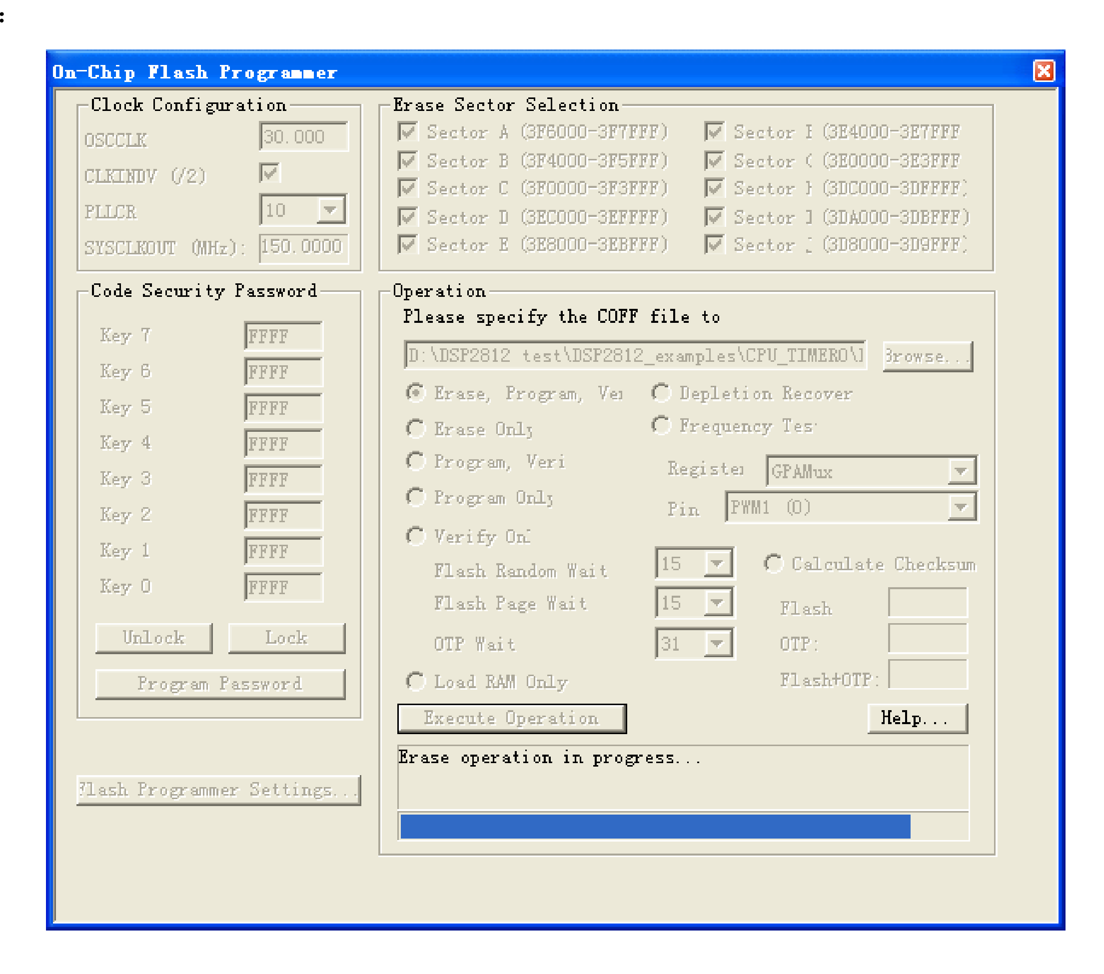


烧写步骤

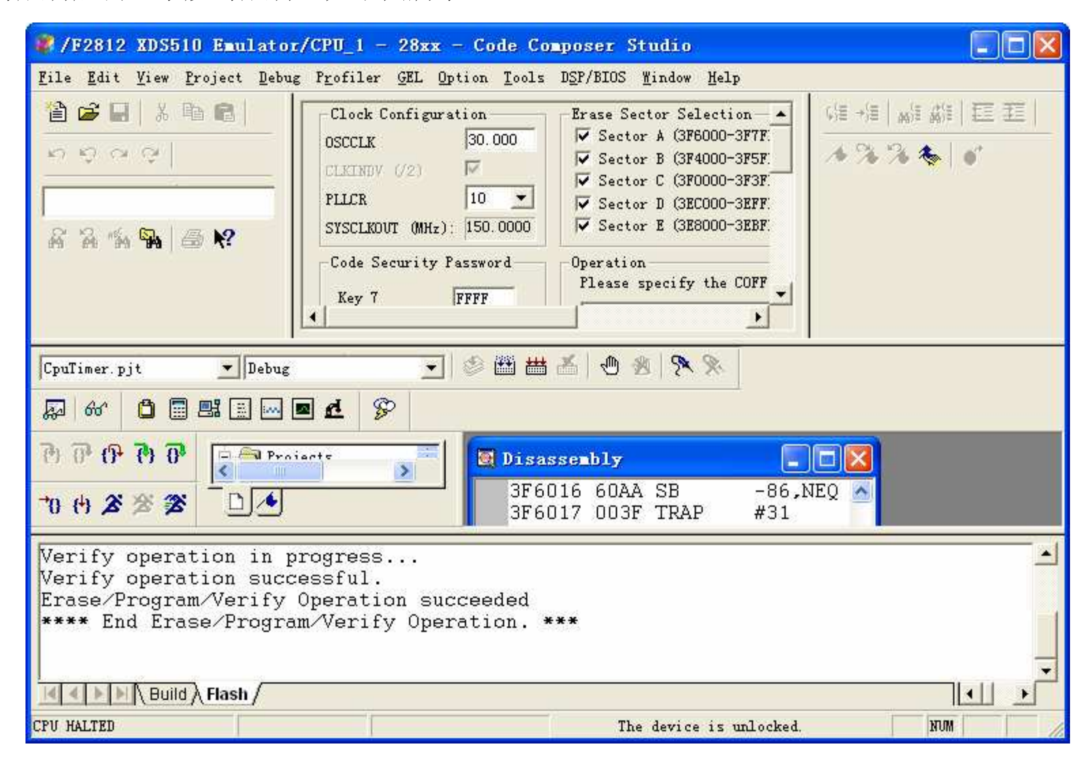
现在描述一下如何通过CCS插件完成一个程序的烧写

(1) 在CCS菜单栏中用project打开一个工程，将F2812_EzDSP_RAM_lnk.cmd文件换成F2812.cmd，编译，生成.out文件，点击 按钮，弹出对话框后，点击 Execute Operation 就可以进行烧写，如下图所

示：



烧写成功后会显示烧写成功，如下图所示：



F28x CCS 插件烧写的一些经验

1.在擦写的过程中意外或异端终止有可能造成Flash烧毁

1. 通常的非破坏性的错误操作不会影响到CSM，但是要注意SCM也在Flash，不要将此段地址烧入内容
2. 不要试图将Flash所有位置0，这样CSM将永远是安全的也就是说该芯片不能再调试和编程
3. 通常Flash毁坏DSP依然可以进行不牵扯Flash的仿真和调试
4. CCS插件有时候会出现死机。但并不意味着Flash已经毁坏通过再次或不同环境下的烧写有可能挽救和恢复
5. 绝对不可以在烧写过程中断电
6. 烧写过程中不要试图运行程序
7. 对Flash自由等待和页等待的设置可以提高Flash执行速度，理论最大120Mhz。